SERIES

alpine space – man & environment: vol. 11

Series Editors: Roland Psenner, Reinhard Lackner, Axel Borsdorf

Band 11



innsbruck university press

Dankesworte

Die Autoren und Autorinnen widmen dieses Buch den Bewohnern und Bewohnerinnen der Gemeinden Flattach und Rauris. Mit einigen von ihnen verbindet uns schon seit längerer Zeit eine Freundschaft, während der Projektzeit haben wir neue Freunde dazu gewonnen. Unser Dank gilt allen Personen, Schulen, Vereinen, Ämtern, Firmen innerhalb und außerhalb der beiden Gemeinden, die uns geholfen haben, unser Vorhaben „eine Geschichte über zwei Alpentäler - A Tale of Two Valleys“ zu erforschen und zu beschreiben. Ohne ihre Mithilfe wäre dieses Buch nicht zustande gekommen.

Besonders bedanken möchten wir uns bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung für die gewährte finanzielle Unterstützung und vor allem für die langjährige gute und unbürokratische Zusammenarbeit, beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen für die Genehmigung, das Bildmaterial für dieses Projekt veröffentlichen zu dürfen.

Ingeborg Auer, Franz Prettenthaler,
Reinhard Böhm, Herwig Proske (Hrsg.)

Zwei Alpentäler im Klimawandel

Roland Psenner
Institut für Ökologie, Forschungsschwerpunkt Alpiner Raum – Mensch & Umwelt, Universität Innsbruck

Reinhard Lackner
Forschungsschwerpunkt Alpiner Raum – Mensch & Umwelt, Universität Innsbruck

Axel Borsdorf
Institut für Geographie, ÖAW: Gebirgsforschung – Mensch und Umwelt, Universität Innsbruck

Ingeborg Auer
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Franz Prettenthaler
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Graz

Reinhard Böhm
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Herwig Proske
Joanneum Research, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Graz

Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung.



Umschlag: Gregor Sailer
Umschlagmotiv: Die zerklüftete Zunge des Goldbergkeeses im Oktober 2008.
Im Hintergrund Herzog Ernst, Alteck und Windischkopf, drei Gipfel der Gemeindegrenze Rauris-Flattach.
Foto: Reinhard Böhm
Layout: Reinhard Lackner
Produktion: Fred Steiner, Rinn

www.uibk.ac.at/iup
www.uibk.ac.at/alpinerraum/publications/

ISBN 978-3-902719-44-7

Inhalt



Dr. Beatrix Karl, Bundesministerin für Wissenschaft und Forschung. Credit: Christian Jungwirth

Zum Geleit

Die Geschichte der Veränderungen im Mölltal und in der Rauris steht im Mittelpunkt der Publikation „Zwei Alpentäler im Klimawandel“. Sie beginnt, lange bevor der Mensch seinen Einfluss auf Klima und Landschaft geltend machen konnte, und blickt ebenso in die Zukunft. Wir alle haben gegenüber der Umwelt eine große Verantwortung zu tragen und es braucht entsprechende Maßnahmen, damit das Klima nicht aus der Bahn gerät. Dazu ist es notwendig, Wechselwirkungen zwischen Klima, Landschaft und Wirtschaft umfassend zu verstehen sowie lokal- und regionalspezifische Herausforderungen zu erkennen und sich ihnen zu stellen.

Die naturwissenschaftlich-geisteswissenschaftlichen Grundlagen gehen auf „A Tale of Two Valleys“ innerhalb des Forschungsprogramms „proVISION: Vorsorge für Natur und Gesellschaft“ zurück. proVISION ist ein Programm meines Ressorts, in dem Wissenschafterinnen und Wissenschafter (unter anderem) spezifische regionale Klima-Analysen erstellen und gemeinsam mit Betroffenen und Interessierten (Gemeindepolitik, Bevölkerung, Schulen) Szenarien entwickeln, wie auf den Klimawandel sinnvoll reagiert werden kann. In proVISION wird transdisziplinäre Forschung gefördert und im Verbund mit komplementären Forschungsinitiativen wird das wissenschaftliche Fundament der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie erarbeitet.

Im Projekt „A tale of two valleys“ war die Wissenschaft gefordert, auch Kinder und Jugendliche in Forschungsprojekte einzubinden und zu ermöglichen, dass Teilbereiche der Forschung eigenständig bearbeitet werden. So wurde Klimawandel auch in den Schulen der Region ausführlich thematisiert. Unter Anleitung von Sozialwissenschafterinnen und Sozialwissenschaftern entwickelten Schülerinnen und Schüler des BG/BRG Zell am See und BORG Spittal einen Fragenbogen bezüglich der persönlichen Einschätzung der derzeitigen und zukünftigen Situation sowie der Einstellungen zu Umweltschutz und Klimawandel. Sie befragten Jugendliche der beiden Zielgemeinden Flattach und Rauris und werteten die Fragebögen selbstständig aus.

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
© 2010 *iup* • *innsbruck* university press, ISBN 978-3-902719-44-7

Die vorliegende Geschichte wurde von der Wissenschaft und von Bewohnerinnen und Bewohnern der beiden Täler gemeinsam geschrieben. Erwachsene und Jugendliche erzählen, was sie bereits erlebt haben, wie sie über ihre wirtschaftliche Situation denken und was Klimawandel für sie persönlich bedeutet. Diese Geschichte zeigt, wie sich Wissenschaft und außerwissenschaftliche Praxis gegenseitig beflügeln und so die Lösungen gesellschaftlicher Probleme voranbringen können.

Ich wünsche Ihnen, dass Sie auf den folgenden Seiten viele spannende Aspekte entdecken und die eine oder andere interessante Anregung für sich mitnehmen können.

Herzlich,

Beatrix Karl

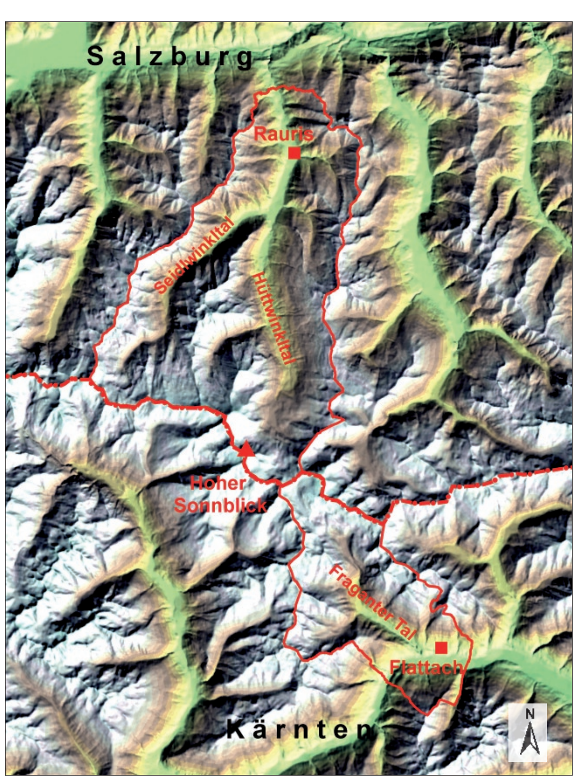
Dr. Beatrix Karl
Bundesministerin für Wissenschaft und Forschung

Geographischer Überblick

Herwig Proske
Joanneum Research, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, Graz

Die beiden Täler, die im Mittelpunkt dieses Buches stehen, befinden sich in den Hohen Tauern. Das Rauriser Tal (Gemeinde Rauris) liegt nördlich des Tauernhauptkamms im Bundesland Salzburg, das Fraganter Tal (Gemeinde Flattach) südlich des Tauernhauptkamms im Bundesland Kärnten. Aus dieser Nachbarschaft und gleichzeitiger Gegensätzlichkeit ergeben sich vielfältige Spannungsfelder, die eine nähere Betrachtung der beiden Täler zu einer lohnenden Aufgabe machen.

Die Geologie der Hohen Tauern wird durch eine Struktur geprägt, die als Tauernfenster bezeichnet wird. Dabei handelt es sich um ein sogenanntes tektonisches Fenster, in dem tiefere Gesteinseinheiten des Penninikums fensterartig in den darüber liegenden ostalpinen Gesteinen zu Tage treten. Typische und die Landschaft prägende Gesteine des Tauernfensters sind die „Zentralgneise", die vor allem den Tauernhauptkamm aufbauen, sowie die „Bündner Schiefer", die weite Strecken des Rauriser Tals begleiten. Ausschlaggebend für die Entstehung des heutigen Landschaftsbildes in den beiden Tälern war die jüngste geologische Vergangenheit, d.h. die letzten etwa 1,8 Millionen Jahre. Diese als Pleistozän bezeichnete Phase war durch einen oftmaligen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten geprägt. Die mächtigen eiszeitlichen Gletscher waren besonders wirksame Landschaftsformer.



Lage des Bearbeitungsgebietes für das Projekt „A Tale of Two Valleys" (rot: Gemeindegrenzen; rot strichliert: Landesgrenze)

Das Raurisertal gehört mit rund 30 km Länge zu den längsten Tauerntälern. Die Marktgemeinde Rauris umfasst 253,4 km² und hat rund 3.100 Einwohner. Bei Wörth teilt sich das Raurisertal in das Hüttwinkltal und das Seidlwinkltal. Das Seidlwinkltal und das Rauriser Tal zwischen Wörth und der Einmündung in das Salzachtal sind schöne Beispiele für glazial ausgeformte Trogtäler. Das Hüttwinkltal ist als früherer Standort der

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
 ISBN 978-3-902719-44-7

Schmelzhütten untrennbar mit dem Goldbergbau verbunden. Am Ende des Tales erhebt sich der 3.106 m hohe Hohe Sonnblick mit seinem Observatorium, der höchste Gipfel ist der Hocharn mit 3.254 m. Durch die Lage im Nationalpark Hohe Tauern und die durch den Goldbergbau geprägte Geschichte nimmt Rauris eine besondere Stellung unter den Gemeinden des Landes Salzburg ein.

Die Gemeinde Flattach bedeckt dagegen eine Fläche von nur 98,7 km², die von rund 1.350 Personen bewohnt wird. Neben einem kleinen Anteil südlich des Mölltals und im Mölltal selbst wird der Großteil der Gemeinde Flattach vom Fraganter Tal eingenommen, das sich in nordwestlicher Richtung bis zum Tauernhauptkamm mit dem 3.123 m hohen Schareck erstreckt. Das Fraganter Tal wird heute einerseits vom Tourismus mit dem Gletscherskigebiet am Wurtenkees („Mölltaler Gletscher"), andererseits durch die Wasserkraftnutzung aus der Kraftwerksgruppe Fragant der KELAG – Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft mit ihren sechs Hochgebirgsspeichern geprägt.

A. Klimawandel in den Hohen Tauern

Ingeborg Auer[1)] und Reinhard Böhm[1)]
mit Einschüben von Anna Kirchengast[2)]
[1)] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38, Wien
[2)] Joanneum Research, Inst. f. Technologie- und Regionalpolitik, Elisabethstr. 20, Graz

A1. Wie funktioniert Klima

Wenn man das Klima mit seinen unterschiedlichen räumlichen Ausformungen erfassen, seine Veränderungen in der Vergangenheit verstehen und seine Zukunft vorhersagen will, ist die Grundvoraussetzung dafür, die „Klimaantriebe" zu kennen, die von außen her auf das Klimasystem einwirken. Erst dann kann man versuchen, das Wissen um die physikalischen Gesetze, die die Bewegungen, die Energieflüsse, die Zustandsgrößen der Atmosphäre (Luft), der Hydrosphäre (flüssiges Wasser), der Kryosphäre (Schnee und Eis) in ein Gedankenmodell zu vereinen, das ein schlüssiges raum-zeitliches Bild des Klimas der Erde erzeugt. Dieses kann dann in physikalisch-mathematische Gleichungen übersetzt werden, und auf Großrechenanlagen das Klima der Vergangenheit und auch der Zukunft durchspielen.

Dabei müssen wir aber versuchen, die verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen nicht aus dem Auge zu verlieren. Das Klima ist ein weites Feld, in dem es global wirksame Komponenten gibt, wie zum Beispiel den derzeitigen Anstieg der Treibhausgase oder die von der Sonne gelieferte Energie. Großräumige Luft- und Meeresströmungen verteilen die Energie im kontinentalen Maßstab, die durch die Erddrehung und die Reibung abgelenkt werden und auch einen Drehimpuls erhalten, der die bekannten großen Tief- und Hochdruckgebiete erzeugt. Andere Wirkungsmechanismen wie die unterschiedliche Wärmeleitung in der Erde und im Wasser machen die Kontinente im Winter kälter und im Sommer wärmer als die Ozeane oder sorgen in Indien durch dem Monsunregen für die Lebensgrundlage von hunderten Millionen von Menschen. Besonders in gebirgigen Gegenden, wie in den beiden Alpentälern, die hier im Vordergrund stehen, bewirken die Höhenunterschiede des Geländes, der Bebauung oder der Bewaldung Temperatur-, Feuchte-, Wind- und Sonneneinstrahlungsunterschiede auf kleinstem Raum, die oft stärker sind als gemeinhin erwartet. Mit manchen sind wir vertraut, wie mit der Tatsache, dass es üblicherweise in den Bergen mit zunehmender Höhe kälter wird. Manche überraschen vielleicht, wie etwa der sofort entstehende leichte aber merkliche „Flurwind" an der Schattengrenze einer sommerlichen Haufenwolke oder der am Abend in einem Alpental entstehende „Talauswind", oder „einen Stock höher" der kalte „Gletscherwind". Die durch großräumige Luftdruckunterschiede erzeugten Luftströmungen können in einem Alpental völlig abgeschirmt sein, wenn die Windrichtung nicht mit der Talrichtung übereinstimmt. Sie können sich jedoch auch verstärken, wenn sie in einem engen Tal „kanalisiert" werden, oder wenn der Föhn starke, trockene Höhenluft ins Tal stürzen lässt. Die Ablenkung der Luftströmung, im Verein mit

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
 ISBN 978-3-902719-44-7

dem Dünnerwerden der Luft (die dadurch weniger Feuchtigkeit behalten kann) verstärkt den Niederschlag im Luv des Gebirges und schwächt ihn im Lee ab. Das kann im Extremfall Wüsten entstehen lassen, wie östlich der mächtigen amerikanischen nord-südlich verlaufenden Gebirgsketten oder zu den stärksten Niederschlagssummen der Erde führen, wie in Neuseeland, Hawaii oder an den südlichen Ausläufern des Himalaya.

Wir sehen schon, dass wir hier all die oft verwirrend und nicht zur Gänze verstandenen Facetten des komplizierten vernetzten Klimasystems nicht ausführlich und vollständig beschreiben werden können. Dazu fehlt der Platz in diesem Buch und wohl auch dem Leser die Zeit. Sehr wohl können wir jedoch die großen Wirkungsmechanismen, die globalen Klimaantriebe skizzieren und verstehen, die ja den hier besonders interessierenden „Klimawandel" verursachen.

Zum Verständnis und zur Simulation der Vergangenheit des globalen Klimas kann man auf direkt gemessene oder indirekt rekonstruierte physikalische Klimaantriebe zurückgreifen, deren für das letzte Jahrtausend wichtigste in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt sind. Auf der längeren Zeitskala von Jahrmillionen und Jahrhunderttausenden sind noch andere als die hier im Vordergrund stehenden Klimaantriebe wirksam, wie etwa die Kontinentalverschiebung oder die veränderlichen Erdbahnparameter. Für unsere Zwecke, den Klimaeinfluss auf das Leben der Menschen in zwei Alpentälern, werden wir uns auf diejenigen Faktoren beschränken, die in den letzten und den kommenden Jahrhunderten wichtig sind. Die Abb. 1 zeigt oben die zeitlichen Veränderungen der von der Sonne gelieferten Energie, die als kurzwellige Strahlung an der Obergrenze der Erdatmosphäre eintrifft. Das untere Diagramm zeigt die (abkühlende) Wirkung von Vulkanen, die durch die Rückstreuung an den durch explosive Ausbrüche in hohe Luftschichten geschleuderten „Aerosolen" zustande kommt. Diese beiden natürlichen Faktoren haben bis vor etwa fünfzig Jahren vorwiegend die Klimavariationen des letzten Jahrtausends beherrscht, die mit einem „mittelalterlichen Wärmeoptimum" begannen, dann in eine „kleine Eiszeit" übergingen von der sie sich mit steigender Solarintensität schließlich wieder bis Mitte des 20. Jahrhunderts etwa auf den Stand des Mittelalters „erholten".

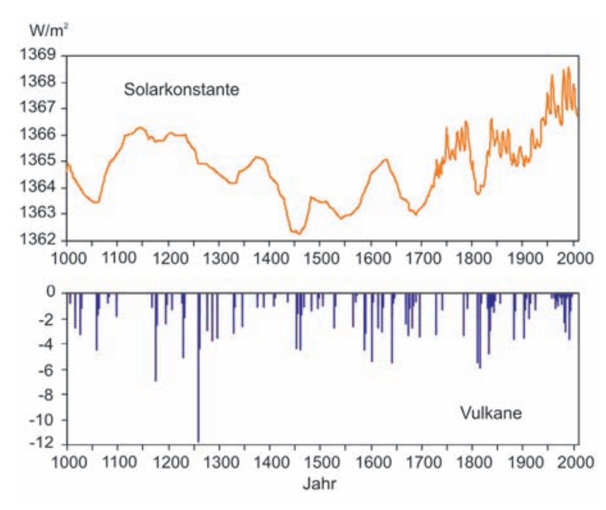


Abb.1. Natürliche Klimaantriebe im letzten Jahrtausend:

Oben: Rekonstruktionen der zeitlichen Variabilität der solaren Einstrahlung Zusammengesetzt aus direkten Satellitenmessungen, und Rekonstruktionen aus direkten Sonnenfleckenbeobachtungen (Lean et al., 2000) und aus ^{14}C- und ^{10}Be-Isotopenreihen aus Baumjahrringen und Eisbohrkernen (Bard et al., 2000, aktualisiert bis 2008 nach Solanki et al., 2004)

Unten: 1000-jährige Rekonstruktion des Klimaantriebes durch Vulkanausbrüche, die Schwefeldioxid in die Stratosphäre schleuderten, aus verschiedenen Eisbohrkernen und aus direkten Messungen (Crowley, 2000)

Dann begann der Mensch mit ins Klima einzugreifen – allerdings durchaus ambivalenter, als es dem gängigen Klischee „anthropogene Klimaerwärmung“ entspricht. Durch das Verbrennen fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) und durch Aktivitäten im Zusammenhang mit der Nahrungsmittelproduktion (Nassfeldanbau, Wiederkäuer…) wurden vor allem die zwei „Leittreibhausgase“ Kohlendioxid (CO_2) und Methan (CH_4) in der Atmosphäre in immer höheren Konzentrationen angereichert (linkes Diagramm der Abb. 2). Deren erwärmende Wirkung wurde jedoch in den ersten Jahrzehnten der extremen, und zunächst auf schmutzigen (z.B. viel Schwefel emittierenden) Technologien beruhenden, Wirtschaftsentwicklung nach dem zweiten Weltkrieg „maskiert“. Diese z.B. Sulfat-Aerosole hatten (wie die durch die Vulkane freigesetzten) in Summe eine abkühlende Wirkung auf das Erdklima, die bis etwa 1980 dauerte. Erst die großen Anstrengungen zur Luftreinhaltung bewirkten, zusammen mit dem Zusammenbruch der Schwerindustrie im früheren Ostblock, eine Trendwende dieses anthropogenen Klimaantriebes, die im rechten Diagramm von Abb. 2 zu sehen ist. Um Missverständnissen vorzubeugen: Aus dieser physikalischen Tatsache ist keineswegs abzuleiten, mit einem Übel das andere zu bekämpfen und evt. durch wieder verstärkte Luftverschmutzung die Erderwärmung zu reduzieren. Dieser Weg in eine Verminderung der anthropogenen Klimamodifikationen ist zweifellos der falsche – wir hatten ja gute Gründe, die Luft rein zu halten, die von direkten gesundheitlichen Schäden bis hin zu Waldschäden reichten.

Die Treibhausemissionen allerdings konnten bis heute nicht reduziert werden, was wohl auch für die Zukunft nicht in nennenswertem Ausmaß zu erwarten ist. Zu eng ist offenbar das „Komfortgas“ CO_2, das unsere Räume heizt, unsere Maschinen und Fahrzeuge antreibt, mit unserer Zivilisation verbunden, zu stark ist der Aufholbedarf der Mehrheit der Erdbevölkerung in dieser Hinsicht, und zu eng ist wohl auch die Abhängigkeit der Ernährung der Menschheit von der Freisetzung von Methan. Dies führte nach 1980 zum nun tatsäch-

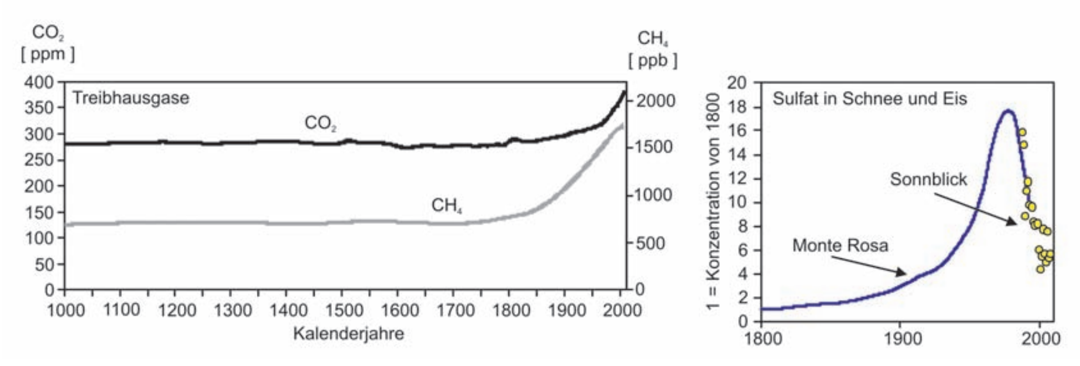


Abb. 2. Zusätzliche Klimaantriebe durch den Menschen:

Links: Entwicklung der zwei langlebigen Treibhausgase vom Jahr 1000 bis 2007 aus Eisbohrkernen und aus direkten Messungen, Quelle: Robertson et al, 2001 (aktualisiert)

Rechts: Sulfatgehalt im Firn und Eis der Hochalpen. Kombiniert aus den stark geglätteten Daten eines Eisbohrkerns (Colle Gnifetti, 4450m, Monte Rosa Gipfelzone) seit 1800 mit jährlichen Messungen im Winterschnee im Sonnblickgebiet (3000m, Hohe Tauern) seit 1982. Quellen: Wagenbach, pers. Mitt, 2008 und Schöner, 1995 (aktualisiert bis 2007)

lich erfolgten Eintritt ins „anthropogene Treibhausklima", das uns wahrscheinlich auch die nächsten Jahrhunderte begleiten wird, bis weiterer technologischer Fortschritt die dann zurückgehenden Reserven an „gespeicherter fossiler Solarenergie" (nichts anderes sind die drei fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas) zu ersetzen vermag.

Ein kleiner Hinweis „in eigener Sache" sei zum Schluss dieser Übersicht über die Klimaantriebe noch erlaubt: Die Punkte im aktuellen, abfallenden Teil der „Sulfatkurve" in Abb. 2. zeigen einen der vielen wertvollen Beiträge, die die Zweitälerregion mit ihrem Observatorium auf dem Sonnblick für die Klimaforschung liefert. Seit mehr als 25 Jahren wird in der Gipfelregion von Sonnblick und Schareck alljährlich im Mai, wenn in der Dreitausenderregion die Schneedecke ihr Maximum erreicht, der in ihr enthaltene komplette „Winter-Schadstoffkalender" in Schneeschächte bis zum „Vorjahreshorizont" ergraben und chemisch analysiert. Dadurch hat man immer auch die aktuellen Entwicklungen im Auge (die aufwendigen und teuren Eisbohrungen können nicht jedes Jahr wiederholt werden). Die übereinstimmenden Werte aus der 4500er-Zone der Westalpen (Monte Rosa) und aus der Dreitausenderregion der Ostalpen (Sonnblick) zeigen uns außerdem, dass die Sulfatkurve großräumig repräsentativ ist.

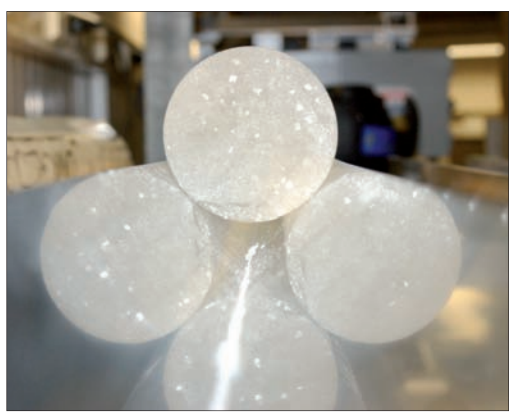




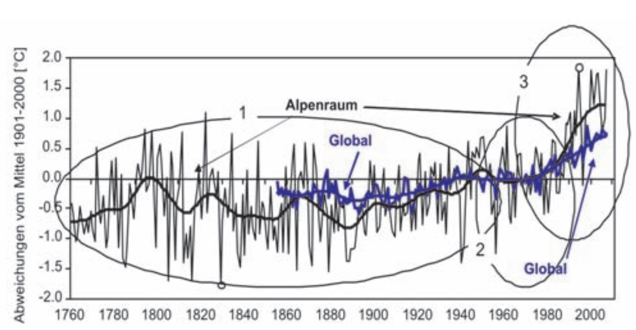
Abb. 3. Klima- und Umweltkalender im Eis und Schnee:
Links: Eisbohrkerne aus der Antarktis im Archiv des AWI-Bremerhaven. Foto: J. Kipfstuhl
Rechts: Probennahme in der Winterschneedecke auf dem Goldbergkees (Sonnblickgebiet) in ca. 3000m Höhe Foto: G. Weyss, ZAMG-Wien

Die Zusammenstellung und kurze Skizzierung dessen, was das Klima global antreibt, sollte nicht zuletzt vermitteln, wie unsinnig der in der Öffentlichkeit ausgefochtene Streit über die Ursachen des Klimawandels ist. Meist stehen die Extrempositionen einander unversöhnlich gegenüber: zwischen „alles natürlich" bis zu „wir sind an allem schuld" scheint es keinen Kompromiss zu geben. Dabei vermittelt schon unser kurzer Überblick, dass auch schon bei geringfügig längerem Nachdenken klar ist, dass es bei der Klimavariabilität und deren Ursachen um ein Zusammenspiel sowohl natürlicher als auch anthropogener (= von uns verursachter) Faktoren geht.

In den direkt gemessenen Temperaturkurven der letzten 250 Jahre der Abb. 4 haben wir das erwähnte Zusammenspiel natürlicher mit menschlichen Einflüssen durch spezielle Markierungen hervorgehoben. Das starke Auf und Ab von Jahr zu Jahr im Vergleich zu dem geglätteten Verlauf der Kurven möge hier bereits erstmals darauf aufmerksam machen, dass zwischen einzelnen extremen Ausreißern und dem langjährigen „Hintergrundtrend“ nicht notwendigerweise Übereinstimmung bestehen muss. Der einzelne heiße oder kühle, trockene oder verregnete Sommer, oder der schneereiche oder apere Winter sollte nicht als Hauptargument für oder gegen „den bereits eingetretenen Klimawandel“ verwendet werden – man läuft sonst Gefahr, dass einem der nächste prompt folgende Ausschlag in die Gegenrichtung dieses griffige (und viel zu oft gehörte) Argument aus der Hand schlägt. Sachlichkeit und zunächst wertfreie wissenschaftliche Analyse liefert die „nachhaltigeren“ Argumente. Wir wollen das in diesem Buch zu unserer Devise machen. Mit den großräumigen Klimaantrieben haben wir die globalen Rahmenbedingungen dazu abgesteckt.

Abb. 4. Direkt gemessene Jahresmittel der Lufttemperatur im Großraum Alpen 1760-2007 (schwarz) und im globalen Mittel 1858-2007 (blau).

Dargestellt sind Anomalien zum Mittel des 20. Jahrhunderts. Alpenraum: 4-19°E, 43-49°N, Mittel aus 124 Einzelreihen; Global-Land: Mittel aus 2000 Festland- und Inselstationen. 1: letzte natürliche Periode – solarer und vulkanischer Einfluss dominant; 2: erster merklicher menschlicher Einfluss – die Aerosolperiode; 3: Eintritt ins Treibhauszeitalter. Quellen: Auer et al., 2007 und Jones et al., 1999 (aktualisiert).



A2. Schönwetter – Schlechtwetter

Landschaft und Klima bestimmen die touristische Attraktivität eines alpinen Ortes mit Freiluftangeboten, sei es nun Wandern, Bergsteigen, Schifahren oder einfach Sightseeing.

40jähriger Flattacher Unternehmer in der Tourismusbranche:

> *„Ich bin zwar mehr interessiert, wenn es jetzt wie in den letzten Jahren beruflich ein bisserl mehr in der Natur und im Freizeitgeschäft damit zusammengehängt hat, kann ich es veranstalten, kann ich es nicht veranstalten, dann hat man es ein bisserl mehr beobachtet, aber ansonsten kann ich da keine großartigen Aussagen treffen.“* (Kirchengast 2007b, S. 22)

Auch fotografische Urlaubserinnerungen werden bevorzugt bei Schönwetter und strahlender Landschaft festgehalten. Proske und Koautoren beschreiben die Landschaft und deren Nutzung der beiden Täler in diesem Buch nachfolgend im Abschnitt B. Hier jedoch sei auf einige Charakteristiken eingegangen, die die Begriffe Schönwetter und Schlechtwetter – besonders unwirtlich empfundene Witterung wird landläufig ja sogar als „Sauweda“ bezeichnet – beschreiben.

Die Vorstellung von Schönwetter bzw. Schlechtwetter ist in erster Linie an Sonne, Bewölkung und Niederschlag geknüpft. In den Alpen verstärken die Berge die vertikalen Strömungskomponenten und prägen somit Schön- oder Schlechtwetter. Aufsteigende Luft kühlt sich durch Ausdehnung ab, wodurch im Bergland eher der Taupunkt erreicht wird, und dort verstärkt Kondensationsprozesse und Wolkenbildung statt finden. Eine spezielle Form der Bewölkung ist der Nebel, der durch Kondensation von Wasserdampf durch verschiedene Mechanismen zustande kommen kann. In Ebenen und Tälern tritt vor allem „Abkühlungs- oder Strahlungsnebel“, „Verdunstungsnebel“ sowie „Advektions- oder Mischungsnebel“ auf. Für das Auftreten von Nebel im Bergland kommt hinzu, dass Berge sich häufig bereits oberhalb der Wolkenuntergrenze befinden, und somit innerhalb der Wolke Nebel herrscht. Für die Besonnungsdauer sind Hangorientierung und Hangneigung zusätzlich entscheidend.

Kurze Klimacharakteristik der Hohen Tauern:

Markante orographisch geprägte Unterschiede weist die Sonnenscheindauer auf den Bergen, in mittleren Höhenlagen und in den Tälern auf. Die Täler sind im Spätherbst und Winter häufiger von hartnäckigen Nebel- und Hochnebellagen betroffen, vor allem wenn „Inversionswetter“ herrscht, also Kaltluft unter Warmluft liegt. Oberhalb der Inversionsgrenze herrscht dann meist strahlender Sonnenschein. Einen ersten Überblick vermitteln Klimakarten (Abb. 5 und Abb. 6 aus Auer et al. 2002), die die Gegenläufigkeit von Sommer-Winter/Berg-Tal dokumentieren. Speziell in den letzten 20 Jahren konnten sich die Bewohner Oberkärntens über mehr als 60% des orographisch möglichen Sonnenscheins in den Monaten Jänner, Februar und März erfreuen, sofern sie sich in mittelhohen Tallagen um 800m aufhielten. Die hochalpine Region empfängt die meiste Sonne vom Spätsommer bis in den Oktober. Am seltensten scheint die Sonne im April und November, auf den Bergen sowie in den Tälern beiderseits des Alpenhauptkammes. Übers Jahr gesehen sind die Täler Oberkärntens bis in mittlere Höhenlagen die sonnenscheinreichsten Gebiete in der Hohen Tauern Region, dem gegenüber ist auf Berggipfeln wie Sonnblick, Großglockner, Hochkönig und Steinernes Meer die Sonnenscheindauer eingeschränkt.

Die Bewölkungsschätzung erfolgt in der Klimatologie in Zehntel (bzw. Prozent) der bedeckten Himmelsfläche. In Abhängigkeit vom Tagesmittel der Bewölkung kann dann eine Klassifizierung von heiteren Tagen, Schönwettertagen, wolkigen Tagen und trüben Tagen vorgenommen werden. Für den Tälervergleich wurden für drei charakteristische Punkte die mittleren Häufigkeiten von heiteren bis zu trüben Tagen ausgewertet. Als Grenzwerte gelten hier Intervalle von Bewölkungsmitteln, von 0 bis unter 2 als heiter, 2 bis unter 5 als schön, 5 bis 8 als bewölkt und mehr als 8 als trüb. Über das Jahr gesehen sind im mittleren Mölltal die Mehrzahl der Tage als bewölkt zu bezeichnen, während das Rauristal und der hochalpine Bereich am häufigsten mit trübem Wetter rechnen müssen. Immerhin gibt es in den Hochalpen jedoch an die 100 Tage mit heiterem oder schönem Wetter, im Rauriser Tal an die 130 und im mittleren Mölltal mehr als 150. Die in Abb. 7 gezeigten Wolkenklassifikationen geben auch die Unterschiede zum außeralpinen Flachland wieder, hier anhand der Bedeckungshäufigkeiten am Flughafen Linz-Hörsching. Im Spätherbst und Winter ist dort

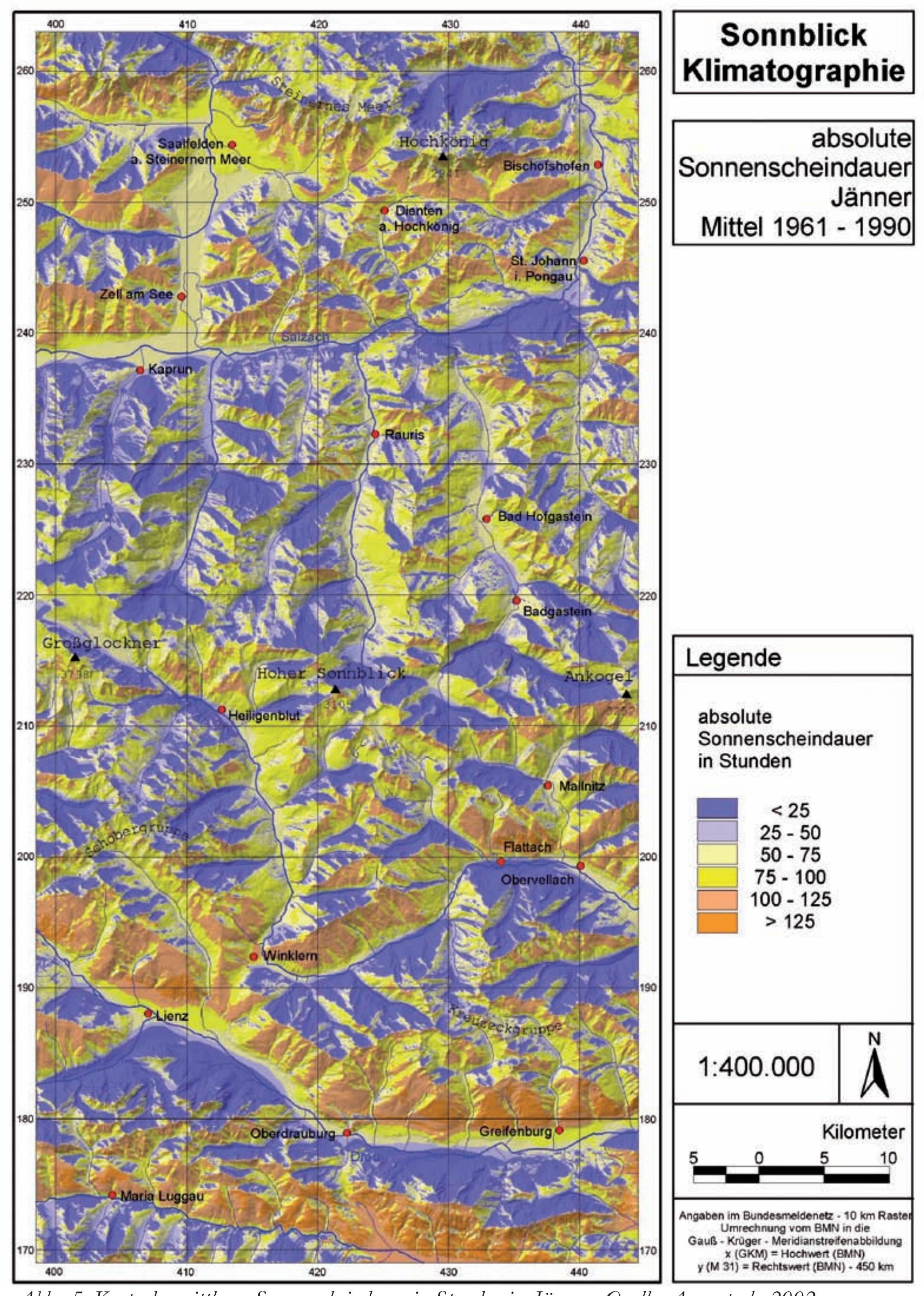
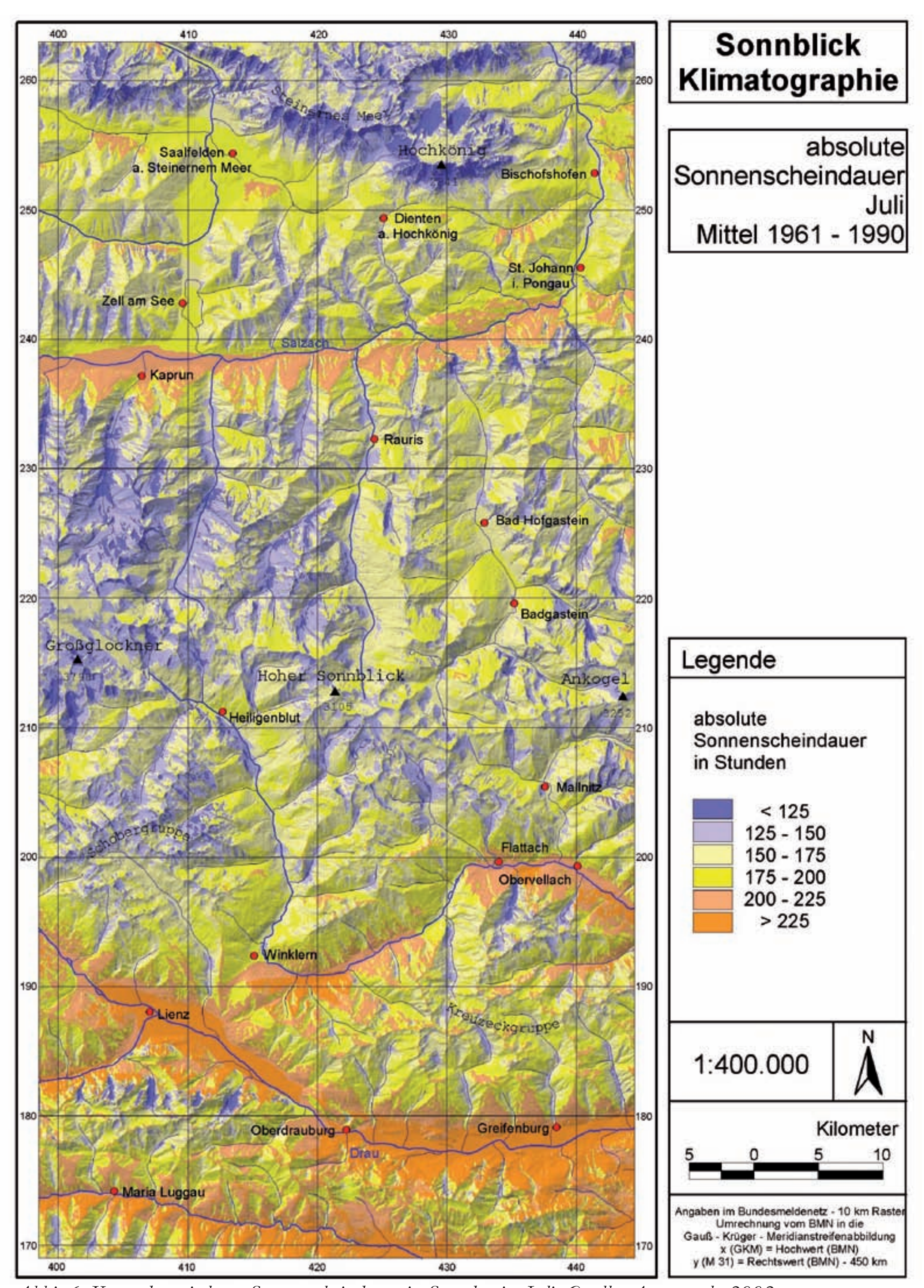


Abb. 5. Karte der mittleren Sonnenscheindauer in Stunden im Jänner . Quelle: Auer et al., 2002.



Abbi. 6. Karte der mittleren Sonnenscheindauer in Stunden im Juli. Quelle: Auer et al., 2002.

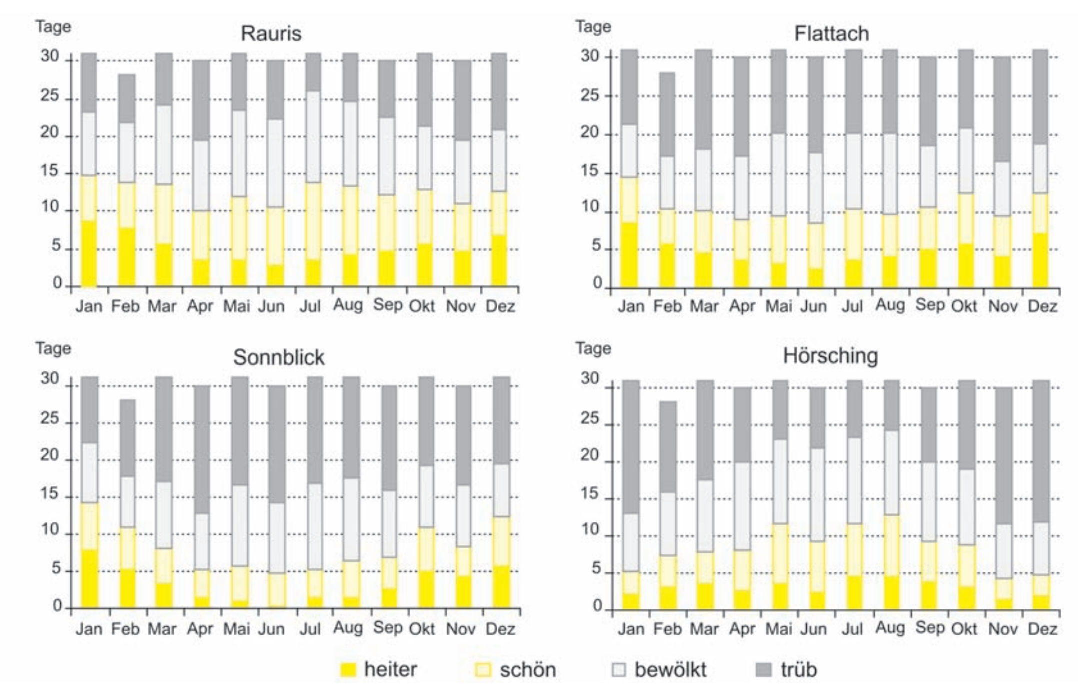


Abb. 7. Häufigkeiten von heiteren, schönen, bewölkten und trüben Tagen in Flattach, Rauris, am Hohen Sonnblick und in Hörsching - Linz Flughafen (rechts unten). Klasseneinteilung anhand von Tagesmitteln der Bewölkung: heiter <2, schön 2-<5, bewölkt 5-8, trüb >8 Zehntel der sichtbaren Himmelsfläche.

das Wetter zumeist trüb mit häufigem Nebel bzw. Hochnebel und im Gegensatz zur Alpinregion ist im Flachland heiteres Wetter am ehesten zwischen Mai und August zu erwarten.

Beim Niederschlag ist der Alpenhauptkamm eine markante Wetterscheide. Täler südlich des Gebirgsmassivs, z.B. das Mölltal oder das Liesertal sind geschützt gegen die niederschlagsbringenden Strömungen aus Nordwest. Bis 1.700m Höhe bleiben dort die jährlichen Niederschlagsmengen unter 1.300mm, ein Wert der nördlich des Alpenhauptkammes bereits in viel tieferen Lagen erreicht wird. Auf den Gipfeln der Hohen Tauern fällt etwa doppelt soviel Niederschlag. 60 bis 70% des Jahresniederschlages fallen im Sommerhalbjahr von April bis September. Mit steigender Seehöhe nehmen nicht nur die Niederschlagssummen sondern auch die Niederschlagshäufigkeiten zu. Im Mölltal fällt der Jahresniederschlag an ca. 100 Tagen, in den Tälern nördlich des Alpenhauptkammes sind es an die zwanzig Tage mehr, am Alpenhauptkamm an die 190 Tage. In den Tälern fallen 20% des Niederschlages als Schnee, bis in die Gipfelregionen steigt der Schneeanteil auf 90%. Gemeinsam mit der Lufttemperatur bestimmen die vorhin beschriebenen Faktoren den Schneereichtum einer Region. So liegt im mittleren Mölltal im Durchschnitt an weniger als 90 Tagen Schnee gegenüber mehr als 100 in den nördlichen Tälern. Dementsprechend bleibt auch die maximale Schneehöhe im Mölltal im Laufe eines Winters unter 50 cm, steigt aber bis zu den Tauerngipfeln auf 4m. Mehr Details sind auf den Karten „Zahl der Tage mit Schneedecke“ (Abb. 8) und „mittlere maximale Schneehöhe“ (Abb. 9) zu finden.

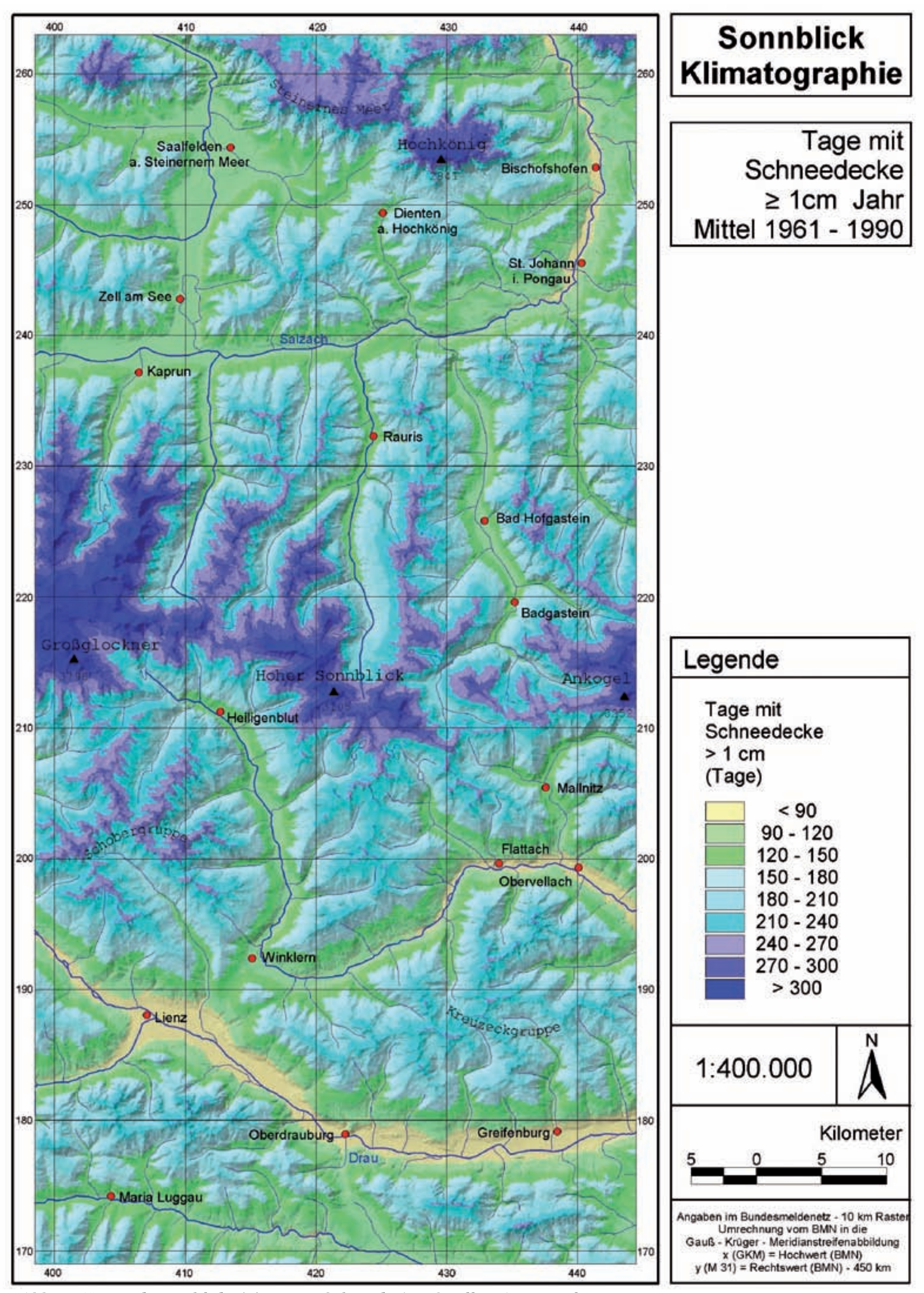


Abb. 8. Karte der Zahl der Tage mit Schneedecke. Quelle: Auer et al., 2002.

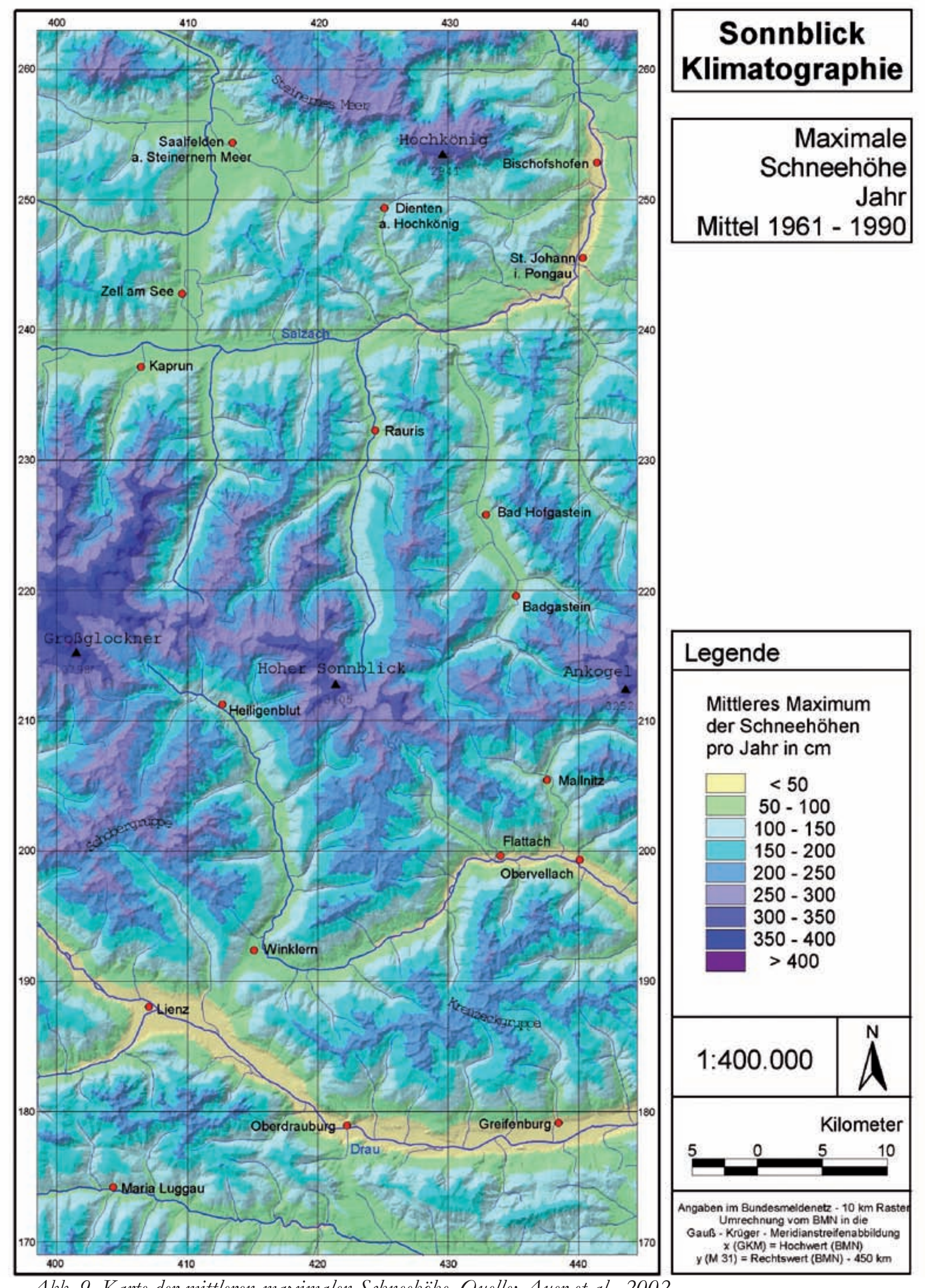


Abb. 9. Karte der mittleren maximalen Schneehöhe. Quelle: Auer et al., 2002.

Die Täler im Einzelnen – das Mölltal und die Gemeinde Flattach

Wie schon erwähnt zählt Oberkärnten zu den sonnenscheinreichsten Gebieten Österreichs, Hangorientierung und Hangneigung bewirken allerdings so große Unterschiede, dass beispielsweise im Jänner, der durch niedrige Sonnenstände und kurzen Tageslängen geprägt ist, mehr als 125 Stunden Sonnenschein auf den südlich orientierten Hanglagen Schattenlagen gegenüberstehen, die nicht einmal 25 Stunden Sonnenschein empfangen.

85jähriger Flattacher:

> *„In Innerfragant haben wir Sonnenschein, den ganzen Winter Sonne, obwohl sie in Flattach zwei Monate keine Sonne haben. (…) Flattach liegt im Winter unten, haben zwei Monate keine Sonne wegen der Höhe der südlichen Berge. Fragant hat einen Monat keine Sonne, Flattach und Kleindorf hat zwei Monate keine Sonne. Schmelzhütten zum Teil vier Monate, Raggaschlucht zu, die Ortschaft."*
> (Kirchengast 2007b, S. 57 f.)

Bei höherem Sonnenstand im Juli werden diese Unterschiede weit weniger sichtbar. Am sonnigsten ist es dann auf den Talböden mit mehr als 200 Stunden Sonnenschein, in den Gipfellagen sorgt häufige Quellwolkenbildung für eine Reduktion des verfügbaren Sonnenscheins.

Landschaft, Wetter und Klima ermöglichen den Orten im Mölltal ein mannigfaches Freizeit- und Tourismusangebot. Während im oberen Mölltal Heiligenblut (Gemeinde Großkirchheim) am Fuße des Großglockners schon seit jeher bekannt ist, hat sich in den letzten Jahren im mittleren Mölltal die Gemeinde Flattach zu einer bekannten Tourismusgemeinde entwickelt mit der Hauptattraktion des Schigebietes „Mölltaler Gletscher". Daneben bieten sich die Ragga Schlucht, Fischen, Eisstockschießen, Bogenschießen, Canyoning, Wandern, Bergsteigen, Klettern und vieles mehr zu touristischem Aktivurlaub an.

Bei der Zahl der Nächtigungen überwiegen die Nächtigungen im Winter, Flattach zählt zu den 10 übernachtungsstärksten Gemeinden Kärntens im Winter (OGM 2005).

Inteviewerin:	18jähriger Flattacher:
„Was ist besonders an Flattach?	*Die Natur.*
Was macht den Ort besonders lebenswert?	*Ein kleiner Ort, nicht so viele Häuser. Ja, da kann man eigentlich alles tun, freizeitmäßig, kann man radlfahren, Schi fahren am Gletscher oben, Tennisspielen – der Tennisplatz ist gleich da, raften, es ist eigentlich ein Erlebnisort.*
Und das machen Sie auch gerne? Das ist nicht nur etwas für Touristen, sondern das machen Sie oder andere Jugendliche vom Ort auch?	*Ja. Im Gletscherskigebiet fahre ich auch oft, es fährt ein Schibus, das ist praktisch."*

(Kirchengast 2007b, S. 44)

Alpiner Schilauf, Snowboarden und Langlaufen sind aus klimatischer Sicht an das Vorhandensein einer ausreichend hohen Schneedecke gebunden, technische Einrichtungen wie Schneekanonen sind aber ein fixer Bestandteil von Wintersportorten geworden. Vertraut man den Angaben der Homepage des Mölltaler Gletschers (http://www.skifidelity.at/moelltaler-gletscher/), so sorgt in der Flattacher Gletscherregion ab Oktober ein Heer von dreißig Schneekanonen im Schigebiet für ein garantiertes Schifahrvergnügen mit 53 ausreichend beschneiten Pistenkilometern (Stand 2009) und gegenüber Schigebieten in mittlerer Höhenlage für eine verlängerte Wintersaison. Die Kehrseite der Medaille ergibt sich allerdings durch die exponierte Höhenlage des Schigebietes zwischen 2.100 und 3.122m Seehöhe mit dem erhöhten Risiko von starker Bewölkung und Niederschlag, extremer Kälte, Nebel und starkem Wind.

Welche Witterungsbedingungen erwarten nun den Hochgebirgsschifahrer? Immerhin bescheint an 180 Tagen im Jahr die Sonne mindestens 4 Stunden den Mölltaler Gletscher, zwischen Oktober und April der Hauptsaison an 100 Tagen. Allerdings ist es in 3.000m Seehöhe im Winter doch ziemlich kalt, die Windgeschwindigkeiten sind wesentlich höher als am Talboden. Subjektiv werden Temperaturen umso niedriger empfunden, je stärker der Wind ist. Der sogenannte „Wind Chill Index“ (ein Begriff, der aus dem Englischen in den deutschen Sprachgebrauch übernommen wurde: wind = Wind und chill = Schauer) beschreibt die gefühlte Temperatur und wird formelmäßig über eine Beziehung aus Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit berechnet. So wird beispielsweise eine Lufttemperatur von -5°C und einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s wie -14°C empfunden, 0°C und 5 m/s wie empfundene -5 Grad. Die Berechnung eines solchen Indexes ist keine Hexerei, das Internet bietet heute gratis Wind Chill Kalkulatoren an (z.B. http://www.weather.gov/om/windchill/index.shtml).

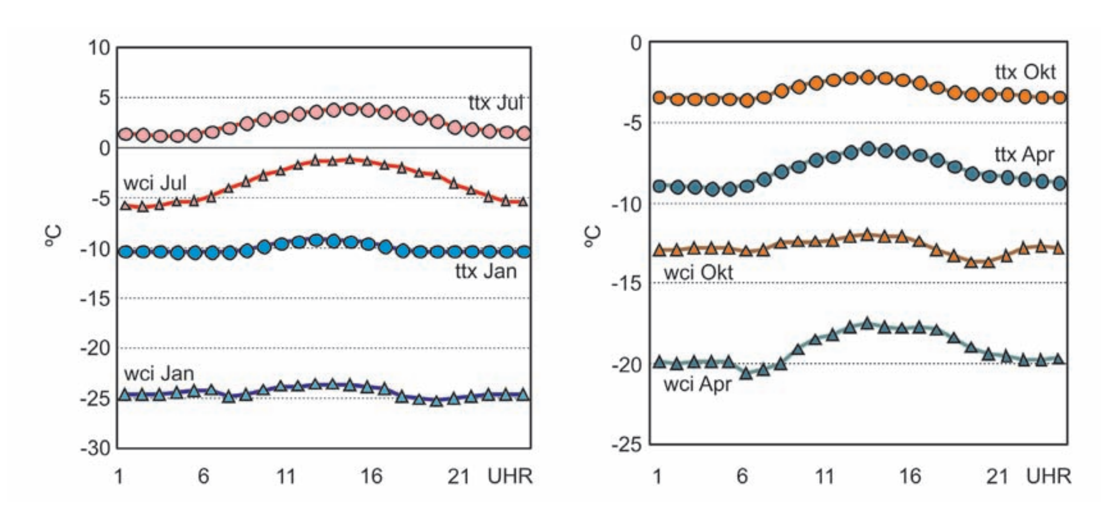


Abb. 10. Mittlerer Tagesgang der gefühlten (wci = wind chill index) und gemessenen Temperatur (ttx) im Gipfelbereich des Mölltaler Gletscher. links: im Jänner und Juli, rechts: im April und Oktober

Die Abb. 10 zeigt mittlere Tagesgänge der gefühlten und der thermometrisch gemessenen Temperatur für die Monate Jänner, April, Juli und Oktober. Von November bis März ist die mittlere gefühlte Temperatur gut 10 bis nahezu 15°C kälter als die gemessene Lufttemperatur, 5 bis 6 Grad beträgt der Unterschied zwischen Juni und August. Kaum eine Tagesschwankung zeigt sich im Herbst und Winter, von Mai bis August ergibt sich ein fühlbarer Temperaturanstieg bis zum Mittags-/Nachmittagsmaximum um 4 bis 5 Grad. Bei einer 30 bis 40prozentigen Niederschlagswahrscheinlichkeit kann das Schifahrvergnügen auf dem Gletscher zeitweise ziemlich ungemütlich werden, und warme, wetterfeste Kleidung ist dann angesagt.

Im Sommer bietet Flattach ein umfangreiches Angebot an zusätzlichen Freiluftaktivitäten wie Wandern, Radfahren und Mountainbiken, Schwimmen oder Reiten, Rafting, Canyoning, Fischen, oder einfach nur die Natur genießen. Angepriesen werden z.B. die Raggaschlucht, Familienwanderwege beginnend in Flattach oder Innerfragant, bis zu hochalpinen Wanderwegen und Klettertouren in der Dreitausenderwelt. Gemütliches Radfahren entlang der Möll ist ebenso möglich wie herausforderndes Mountainbiken bis in die Gletscherregion. Die Hochgebirgskulisse und insbesondere das Gletscherpanorama bieten einen besonderen Anreiz, und im Gegensatz zum Schilauf können diese Sportarten in allen Seehöhenbereichen ausgeübt werden. Die Vertikalerstreckung der Gemeinde Flattach ermöglicht das Durchschreiten bzw. Durchfahren mehrerer Klima- und Vegetationszonen, von Wiesen und Wäldern bis über die Baumgrenze hinaus, über Weideland mit letzten Blütenpflanzen, karger Hochgebirgsvegetation bis in den Bereich des ewigen Eises, wie die Fotos in Abb. 11 zeigen.





Abb. 11. In geschützten Bereichen entfalten Blütenpflanzen ihre Pracht bis in große Höhen, im Bereich der Fraganter Scharte kann man ein Schneehuhn treffen (Fotoquelle: Reinhard Böhm, 1983 und 1985)

Zwischen April und Oktober stehen dazu an der Mölltalsohle 133 niederschlagsfreie Wandertage als optimale Voraussetzung zur Verfügung – für die hochalpinen Teile Flattachs ist die Zahl der niederschlagsfreien Tage zwischen April und Oktober auf im Mittel 95 reduziert. Im hochalpinen Bereich können stärkere Winde und Kälte unwirtliche Wetterbedingungen schaffen, Hitze ist selten und wenn, nur am Talboden in Betracht zu ziehen. An heißen Tagen bietet das Freischwimmbad in Flattach oder das Aufsuchen höher gelegener Ortsteile Erfrischung. 30 Tage mit Temperaturen über 25°C und mehr als sechs Stunden Sonnenschein stehen im Sommer für optimalen Badespaß zur Verfügung, wie die Abb. 12 zeigt. Richtig unwirtliche Bedingungen herrschen beispielsweise dann, wenn es innerhalb einer Stunde 2mm regnet und dazu noch gleichzeitig stärkerer Wind bläst. Solch eine Situation ist im Ortsbereich von Flattach sehr selten zu erwarten. Die Wahrscheinlichkeit von Stunden mit mindestens 2mm Niederschlag und mittlerem Wind von 15km/h liegt unter 1‰, sowohl im Winter als auch im Sommer. Und auch extreme Temperaturstürze (Abkühlung der Tageshöchsttemperaturen von einem bis zum nächsten Tag um 10 Grad Celsius) kommen seltener als 1mal pro Jahr vor.

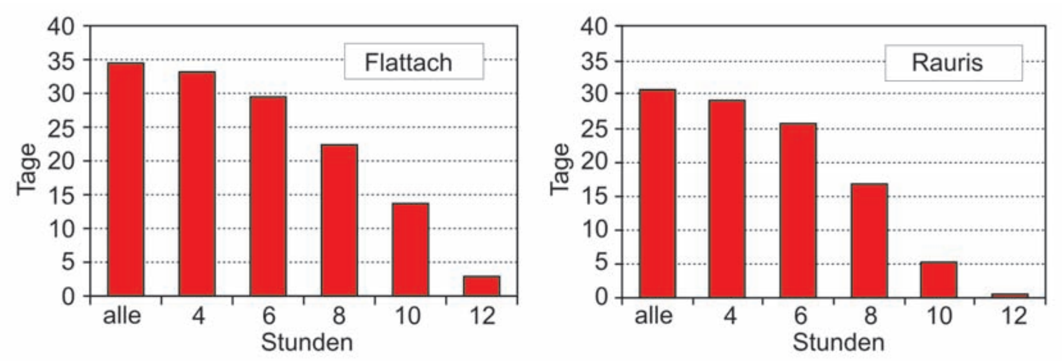


Abb. 12. Mittlere jährliche Anzahl der Sommertage (T_{max} >=25°c) mit zumindest 4, 6, 8, 10 und 12 Stunden Sonne in Flattach (links) und Rauris (rechts).

Die Täler im Einzelnen – Rauris im Rauriser Tal

Rauris auf der Nordseite des Alpenhauptkammes im Bezirk Zell am See am Fuße des Sonnblicks stützt seine bekanntesten Tourismusangebote auf Aktivitäten wie Wandern, Bergsteigen und Schifahren; größere Bedeutung haben ebenso Goldwaschen, Klettern, Radfahren und Mountainbiken, aber auch Reiten und vieles anderes mehr. Alpiner Schilauf, Snowboarden, Langlaufen, Schneeschuhwandern sind aus klimatischer Sicht an das Vorhandensein einer ausreichend hohen Schneedecke gebunden, Sonnenschein und gute Sichtverhältnisse erhöhen die Attraktivität dieser Sportarten, starke Bewölkung und Niederschlag, extreme Kälte, Nebel und starker Wind können als limitierende Faktoren dem sportlichen Vergnügen Grenzen setzen. Vierzehn Schneekanonen haben in der Zwischenzeit auch in das Rauriser Schigebiet mit 30 Pistenkilometern Einzug gefunden und ergänzen das, was

seitens der Natur nicht immer geboten wird. Dies trägt neben der verlängerten Betriebsdauer des Schigebietes auch zur Erhöhung des Fahrkomforts und der Sicherheit bei (http://www.bergfex.at/rauris/langlaufen/). Sechs klassische (bzw. sechs Skating Loipen) sowie eine Höhenloipe mit einer Gesamtlänge von 45 km, 5 km Rodelbahn und 15 km Winterwanderwege ergänzen das reichhaltige Wintersportangebot. Im Ortszentrum von Rauris in rund 950m Seehöhe bildet sich um den 1. November die erste Schneedecke, die Zeit der geschlossenen Winterdecke beginnt etwa einen Monat später und hält bis Anfang März an. Einzelne Schneedeckentage erhellen die Landschaft aber immer wieder bis Anfang April. Die größte Schneehöhe wird mit 44 cm im Mittel im Laufe des Februars erreicht.

Interviewerin: *„Was würden Sie sagen, was sind so die ganz positiven Seiten von Rauris, was Sie sehr schätzen an Rauris?"*

35jährige Rauriserin: *„Also ich denke mir, es ist ein irrsinnig schönes Tal. Also von der Landschaft her schätze ich das irrsinnig. Die Winter, ich denke mir, das sind einfach noch so richtige Winter, die unter die Haut gehen. Schöne Winter, heftige Winter, kalte Winter, lange. Da empfinde ich das Tal so stark im Winter, da ist alles so reduziert bis auf wenige Farben und es zeigt sich so in einer ganz einer anderen Macht als im Sommer, es beeindruckt mich immer sehr."* (Kirchengast 2007b, S. 76)

Am Schneeschuhtrail zwischen dem Bodenhaus und Kolm Saigurn liegt an 150 bis 190 Tagen Schnee.

Von Dezember bis April herrscht durchschnittlich an 25 Tagen pro Saison das landläufig genannte Prachtwetter zum Schifahren mit wolkenlosem oder nahezu wolkenlosem Himmel und perfekten Sichtverhältnissen. Häufiger jedoch herrschen wechselhafte Bedingungen vor oder getrübte Sichtbedingungen mit bedecktem Himmel. Mit etwas Glück findet man in Rauris eine Wettersituation vor wie im Januar 1989, mit 20 heiteren Tagen und viel Sonnenschein. Die natürliche maximale Schneehöhe betrug damals allerdings nur 6 cm. Der Jänner 1989 ist auch ein gutes Beispiel dafür, wie unterschiedlich die Verteilung der heiteren Tage im Winter auf den Bergen und im Flachland verlaufen kann. Der Sonnblick in den Hohen Tauern wurde damals mit 21 heiteren Tagen und 236 Sonnenscheinstunden seinem Namen wahrhaft gerecht. Auch Flattach war mit viel Sonnenschein und 21 heiteren Tagen gesegnet. Hingegen zeigte sich im Flachland und in den Nebelbecken die Sonne kaum und heitere Tage gab es im Jänner 1989 überhaupt keine. So verzeichnete beispielsweise der Raum Linz-Hörsching in Oberösterreich lediglich 14 Stunden Sonnenschein als Monatssumme.

Zum Wandern und Bergsteigen besteht ein mannigfaltiges Angebot in der Gemeinde Rauris, vom Talboden bis in die hochalpine Tauernregion mit der besonderen Attraktivität des Nationalparks Hohe Tauern, dem ein beträchtlicher Teil der Gemeindefläche gewidmet ist. Die Hochgebirgskulisse und insbesondere das Gletscherpanorama, die historischen Reste des Goldbergbaus und nicht zuletzt das Sonnblick Observatorium bieten einen besonderen Anreiz.

60jähriger Rauriser: *„Ja, ich wandere sehr viel und sehr gerne. Als Wandergebiet ist Rauris ideal. Ich kann sämtliche Wanderungen machen, die wunderschönen Täler z.B. Seidlwinkeltal, Krumltal, Gaisbachtal, Forsterbachtal und die wunderschönen Höhenwege für die leichteren Touren. Und wenn ich mittelschwere Touren will, dann gehe ich hinauf auf einen 2000er und wenn ich schwere Touren will, dann geht man auf den Sonnblick, auf das Schareck oder Hocharn, also man hat hier wirklich alle*

Möglichkeiten und das müsste auch noch viel, viel mehr noch propagiert werden, dass man da wirklich eine reichhaltige Auswahl hat, also wirklich enorm viel geboten wird von der Tierwelt, von der Pflanzenwelt, von den Wasserfällen, von der Geschichte wenn man sich die Bergbaugeschichte anschauen will. Als Highlight natürlich das Sonnblickobservatorium am Gipfel oben. Das sind schon Sachen, die einfach nicht jeder Ort zu bieten hat bzw. Observatorium gibt es natürlich überhaupt nur in Rauris da. Und natürlich, auch den Bartgeier kann man nicht überall sehen." (Kirchengast 2007b, S. 106)

Interviewerin:	15jähriger Rauriser:
Was gefällt dir in Rauris besonders gut?	*Viel sportliches Angebot; die Leute sind sehr freundlich untereinander, wir grüßen uns gegenseitig.*
Was gefällt dir in Rauris nicht so gut?	*Für Jugendliche ist halt nicht so viel da. (...) Ich finde, Rauris ist für Jugendliche sehr konservativ. Wir haben keinen Jugendtreff und nix, nur ein paar Lokale, aber die müssten auch schon ein bisschen renoviert werden. Das finde ich halt schade, dass es für die Jugendlichen .. Mir kommt vor, sie bauen lieber ein paar Wanderwege mehr.*
Und ein Wanderweg ist nicht so interessant?	*(lacht): Nein, da gibt es eh schon genug."*

(Kirchengast 2007b, S. 100)

Auch für das Radfahren bzw. Mountainbiken gibt es speziell ausgewählte Strecken mit verschiedenen Schwierigkeitsgraden. Zur Ausübung der genannten Sportarten wären in erster Linie Niederschläge, aber auch extreme Hitze oder Kälte und hohe Windgeschwindigkeiten als störende Faktoren zu bewerten. Bezogen auf ein durchschnittliches Jahr sind in Rauris von Jänner bis Dezember ca. 230 Tage bezüglich der Niederschlagswahrscheinlichkeit zum Wandern geeignet, in höheren Lagen um 2.000m an die 210 und in der Dreitausender Region 185. Traditionsgemäß finden die Freiluftaktivitäten Bergwandern und Radfahren in Österreich in der Zeit von etwa Mai bis Oktober statt. In dieser „Wandersaison" wollen wir die Witterungsverhältnisse betrachten, ausgehend von der Zahl der Tage, an denen es nicht mehr als 1 mm regnet. Im Zeitraum Mai bis Oktober stehen im Mittel 105 solcher Tage zur Verfügung. Für das Ortsgebiet wurden deshalb Temperatur-, Sonnenschein und Windverhältnisse an diesen Wandertagen ausgewertet. Im wärmsten Monat, dem Juli steigt die Lufttemperatur in Rauris an einem „Wandertag" bis 23°C an, der Himmel ist leicht bewölkt und die Sonne scheint 8 Stunden lang. In den frühen Morgenstunden ist es noch frisch um 9 Grad. Hitze, Kälte, starker Wind und bedeckter Himmel ohne Sonnenschein sind es, die vom „Aktivtouristen" trotz Niederschlagsfreiheit als wenig attraktiv empfunden werden. Hitze mit Temperaturen über 30°C tritt in Rauris im Normalfall nicht auf. Auch sehr kühle Wandertage, an welchen 10 Grad nicht erreicht werden, und ebenso Tage mit ganztägig hohen Windstärken sind im Ortsgebiet von Rauris äußerst selten. Wenig Wind und gemäßigte Temperaturen sind optimale Begleiterscheinungen für Freiluftaktivitäten, geringe Bewölkung und viel Sonnenschein lassen die Kultur- und Naturlandschaft in ihrer gesamten

Pracht erstrahlen. An 48 Tagen pro Sommersaison erreichen die täglichen Maximaltemperaturen Werte über 20 aber unter 30°C, 50 Tage sind windschwach und nahezu 100 Tage weisen nur geringe Bewölkung mit viel Sonnenschein auf. 33 Tage pro Wandersaison weisen alle drei Kriterien – also optimale Bedingungen – gleichzeitig auf, das Maximum mit jeweils 8 Tagen fällt in die beiden Hochsommermonate Juli und August. Badespaß anhand der Kriterien von einer Maximaltemperatur von mindestens 25 Grad gibt es an durchschnittlich 30 Tagen (Abb. 12). Andererseits bewegt sich die Anzahl von Stunden, an denen man „nicht einmal einen Hund vor die Türe setzen würde" im Promillebereich. Unangenehme Temperaturstürze kommen im Durchschnitt 1 bis 2mal pro Jahr vor.

Die in diesem Abschnitt gezeigten Muster beschreiben das aktuelle Klima mit Statistiken, die aus Messdaten der letzten 20 bis 30 Jahre berechnet wurden. Das aktuelle Klima ist aber lediglich eine kleine Stichprobe des weiten Rahmens, in welchem sich die einzelnen Klimakennzahlen in den Hohen Tauern bewegen können. Über die langfristige Klimavariabilität geben uns instrumentelle Messungen, die im Alpenraum bis etwa 1850 zurück reichen, Auskunft. Noch weiter zurückliegende Zeiträume können mit Hilfe indirekter Klimazeugen (Proxidaten) erforscht werden. Mit dem langfristigen Klimawandel in den beiden Tälern beschäftigt sich der nächste Abschnitt.

A3. Das Klima wandelt sich – global und in den zwei Tälern

Zwar wird in unserer Klimageschichte die unmittelbare Vergangenheit der letzten beiden Jahrhunderte im Zentrum des Interesses stehen, ohne einen anfänglichen Blick weiter zurück sollte es jedoch nicht abgehen. Einerseits wird durch die viel intensiveren Klimaereignisse der weiter zurück liegenden Vergangenheit das erst in die richtige Perspektive gerückt, was wir in den letzten Jahrhunderten gemessen haben, und was wir für das kommende Jahrhundert mit Computermodellrechnungen vorherzusagen versuchen. Andererseits sind heute noch die Zeugnisse dieser im Sinne des Wortes „umwälzenden" Klimaschwankungen auf der Zeitskala von Jahrzehntausenden bis Jahrmillionen in den beiden Tälern zu sehen, vor allem durch die landschaftsformenden Eiszeitgletscher, die mehrere Male in der Vergangenheit diese Täler erst zu ihrer heutigen Form ausgeschürft haben.

Klimavorgeschichte im globalen und regionalen Rahmen

Mitten in einer Jahrmillionen dauernden Abkühlungsphase des Erdklimas vom im globalen Durchschnitt bis zu 10°C wärmeren und ausgeglichenen Erdmittelalter (Mesozoikum, Huber et al. 2000) zu der unstabilen Phase eines Eiszeitalters, in der wir heute leben, tauchten vor rund 45 Millionen Jahren die Alpen aus dem Tethys-Ozean. Erst damit hat es Sinn, sich über das regionale Klima hier Gedanken zu machen. Es war damals global noch warm genug, dass es keinerlei Vereisungen gab, weder in der Arktis, noch in der Antarktis, noch auf den Gipfeln der sich immer höher auffaltenden neuen Gebirgskette der Alpen. Vor etwa 35 Millionen Jahren gab es einen markanten Kälteschub, als die ersten Vereisungen auf der

Antarktis auftraten. Zu einem völligen Abschmelzen aller Eismassen der Erde kam es seit damals nicht mehr. Vor ca. 5 Millionen Jahren begann auch Grönland zu vereisen. Seit etwa 3 Millionen Jahren wurde die Klimakurve der Erde immer unruhiger, und spätestens vor etwa einer Million Jahren war das Erdklima endgültig in ein Eiszeitalter abgestürzt, in dem seither starke Pendelungen zwischen Eiszeiten und Zwischeneiszeiten an der Tagesordnung sind.

In Zyklen von 19.000 bis 400.000 Jahren gab es nun enorme Klimaschwankungen, seit einer halben Million Jahren überwiegt eine besonders intensive Pendelung von rund 100.000 Jahren zwischen Eiszeiten (Glazialen) und Zwischeneiszeiten (Interglazialen). Heute wissen wir aus den km-tiefen Eisbohrungen in die wie Klimakalender funktionierenden Inland-vereisungen Grönlands und der Antarktis auch über die Feinstruktur der Eiszeitzyklen gut Bescheid – die 800.000-jährige Klimarekonstruktion der Abb. 13 zeigt den derzeitigen Wissensstand. Die vier letzten besonders starken Ausschläge der Klimakurve hatte bereits Albrecht Penck erkannt, als er Schotterablagerungen der vier bayrischen Alpenvorland-Flüsse Günz, Mindel, Riss und Würm untersuchte (Penck und Brückner 1903).

Ausgelöst werden die intensiven Schwankungen von entsprechenden zyklischen Pendelungen einiger astronomischer Erdbahnparameter (Milanković 1941, Berger und Loutre, 1991). Die Drehachse der Erde ist manchmal schräger, manchmal aufrechter, die Bahn um die Sonne ist einmal elliptischer, einmal kreisförmiger und nach jeweils einigen Jahrtausenden ist der Nordwinter sonnennäher als der Nordsommer, so wie derzeit, dann ist es wieder umgekehrt. Diese Auslöser werden durch vor allem zwei positive Rückkopplungen verstärkt, die über die Treibhausgase und über die Reflexion von Schnee und Eis laufen. Die in Kapitel A1 beschriebenen Klimaantriebe sind auf dieser Zeitskala vergleichsweise noch im Hintergrund.

Auch in den Zwischeneiszeiten (in der vorläufig letzten leben wir zurzeit) blieben die Antarktis und Grönland von km-dicken Inlandvereisungen bedeckt. Nur die Inlandeis-

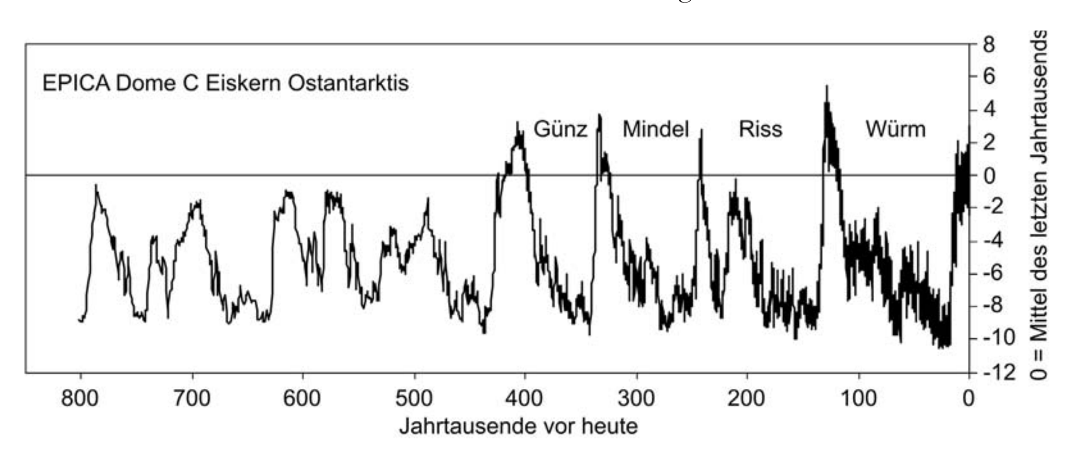


Abb. 13. 800.000 Jahre Temperaturschwankungen zwischen Eiszeiten und Zwischeneiszeiten, abgeleitet aus stabilen Isotopen (^{18}O oder D) im Eis der Antarktis kalibriert an modernen Temperaturdaten. (EPICA community members, 2004)

massen Nordamerikas und Eurasiens verschwanden jeweils vollkommen. Nach jedem Wärme-Höhepunkt eines Interglazials, die aber nie mehr die Temperaturen der Jahrmillionen davor erreichten, erfolgte jeweils eine langsame, sehr unruhig verlaufende Abkühlung, die nach etwa 70-80.000 Jahren zu einer voll ausgebildeten Eiszeit führte. Der letzte dieser Kältehöhepunkte dauerte etwa von 40- bis 20.000 Jahren vor heute.

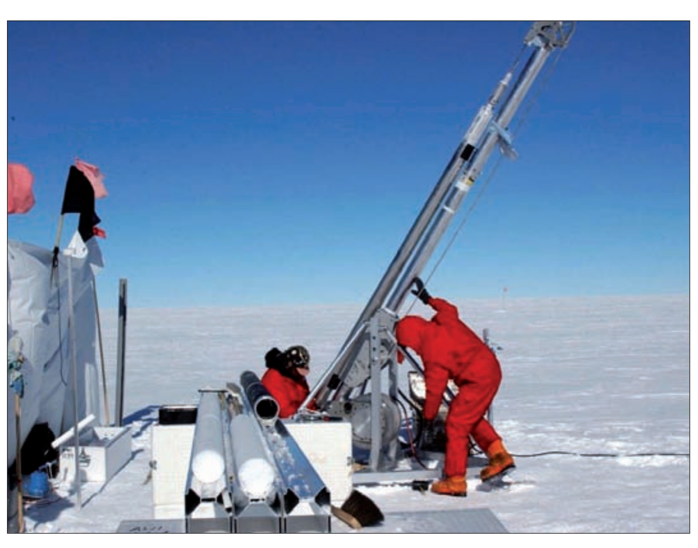


Abb.14. Eisbohren in der Antarktis (Foto: J. Kipfstuhl, AWI-Bremerhaven)

Auf dem Höhepunkt der letzten Kaltphase war etwa dreimal soviel Eis auf den Kontinenten gespeichert, und der Meeresspiegel lag um 120 Meter tiefer als heute. Die Adria war beinahe zur Gänze verschwunden, Alaska war mit Sibirien und England mit Europa verbunden. Große Teile Nordamerikas und Europas waren von km-dicken Inlandeismassen bedeckt. In den Alpen reichten der Inn- und der Salzachgletscher weit ins Alpenvorland, der Draugletscher endete in der Gegend von Völkermarkt. Salzburg und Klagenfurt waren jeweils von 600m dickem Eis bedeckt. Nur die höchsten Gipfelzüge und Bergkämme ragten aus dem bis zu 2 km mächtigen Eisstromnetz der Zentralalpen. Rauris und Flattach lagen jeweils 1300m unter der Eisoberfläche des eiszeitlichen Goldbergkeeses bzw. des Wurtenkeeses (das damals wirklich ein „Mölltaler Gletscher" war) und hatten Jahrtausende lang ein konstantes „Klima" von etwa -1 Grad C, dem Schmelzpunkt des Wassers unter dem ungeheuren Druck von mehr als 1000 Tonnen Eis pro m². Wie schon in den Vereisungsphasen davor hobelten die Eisströme die Täler zu ihrer heutigen Form aus und formten dabei auch die spitzen Grate und Gipfel der Tauern, die nicht vom Eis bedeckt waren.

Die radikale Umstellung vom die Täler ausfüllenden Eisstromnetz des letzten Eiszeithöhepunkts zu dem Zustand, wie wir die inneren Alpentäler heute kennen war begleitet von den bis heute letzten wirklich bedeutenden geologischen Ereignissen. Von den eiszeitlichen Talgletschern war viel Material vom soliden Fels abgehobelt worden. Die nach der weitestgehenden Entgletscherung fehlende Abstützung an den steil gewordenen Seiten der Trogtäler sorgte in vielen Fällen für enorme Felsstürze, als sich das Eis zurückzog. Ein Beispiel davon finden wir im Rauriser Urwald, dessen Felsblöcke von der Kraft dieser letzten geologischen Großereignisse in den Alpentälern erzählen.



Abb.15. Der Rauriser Urwald überzieht seit dem Beginn der Nacheiszeit einen der Felsstürze der Zeit vor rund 16.000 Jahren, als nach dem Zerfall des eiszeitlichen Eisstromnetzes die Schultern der Alpentäler instabil geworden waren. Im Sommer füllen kleine Moore und Tümpel die zerklüftete Landschaft. (Foto G. Weyss)

Der Übergang erfolgte ruckartig in wenigen Jahrtausenden. Nach dem extremen Kälterückfall der Jahrhunderte der „jüngeren Dryas“ vor etwa 12.000 Jahren stellte sich rasch das regelmäßigere und deutlich wärmere Klima des Holozäns ein, dessen Temperaturverlauf wir in Abb. 16 sehen.

Der schnelle Abbau fast der gesamten Eismassen der Alpen und auch der riesigen Inlandvereisungen Nordeurasiens und Nordamerikas, war durch sehr günstige Einfallsverhältnise der Sonnenstrahlung in mittleren und höheren nördlichen Breiten (die Milanković-Zyklen)

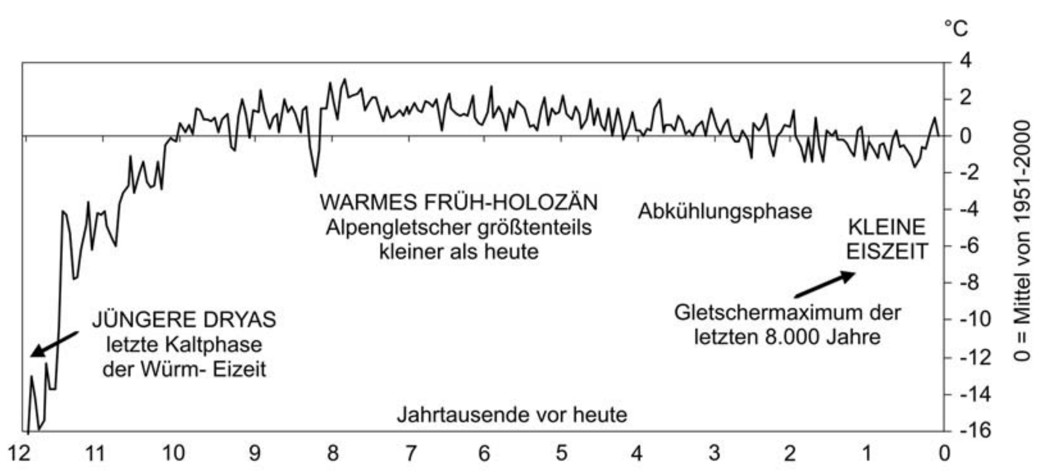


Abb.16. Der Übergang von der Würm-Eiszeit zur „Nacheiszeit“ des Holozäns in den letzten 12.000 Jahren abgeleitet aus stabilen Isotopen des N-GRIP-Eisbohrkerns im Inlandeis Nordgrönlands. (North Greenland Ice Core Project members, 2004)

angestoßen worden. 9.000 Jahre vor heute war dieses astronomische Maximum aber überschritten, und seither geht es im Maßstab von Jahrtausenden diesbezüglich wieder bergab mit diesem Klimaantrieb durch die Zyklen der Erdachse und der Erdumlaufbahn um die Sonne. Wir erkennen die folgerichtige Reaktion des Klimas in der aus einem Grönländischen Eisbohrkern abgeleiteten dortigen Temperaturkurve der letzten 12.000 Jahre. Sie erreichte, nach einem letzten kurzen Kälterückfall vor 8.200 Jahren, über mehrere Jahrtausende hindurch ein höheres Niveau als heute. Die Alpengletscher wichen weit zurück, weiter noch, als sie sich heute präsentieren. Die natürliche Waldgrenze stieg über ihre aktuelle Höhe an. Immer noch apern aus einigen Gletscherzungen der Schweiz und Österreichs Bäume und Wurzelstöcke aus. In unmittelbarer Nachbarschaft unserer Zweitälerregion geschah dies in den letzten beiden Jahrzehnten an der Pasterze – die auf ein Alter von 4.000 bis 9.000 Jahre datierten alten Stämme und Wurzelstöcke (Nicolussi und Patzelt 2000) wurden immer wieder am Ende des Sandersees im Vorland der Gletscherzunge gefunden.

Seit etwa 5.000 Jahren vor heute ist aus den erwähnten natürlichen Gründen ein allmählicher Trend zur Abkühlung erkennbar, und auch die Alpengletscher stießen wieder vor. Typischerweise wurde ja auch der „Eismann Ötzi", der vor 5300 Jahren im Eis des Niederjochferners begraben wurde, erst wieder in den 1990er Jahren gefunden.

Die Abkühlung fand mit der sogenannten „Kleinen Eiszeit" ihren vorläufigen Höhepunkt. Diese hatte – nach einer letzten natürlichen Wärmeepisode im Hochmittelalter – spätestens seit dem 14. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, in den Alpen besonders ausgeprägt vom späten 16. bis ins 19. Jahrhundert, für einen „modernen Gletscherhöchststand" gesorgt, dessen Moränenwälle aus dem 17. und 19. Jahrhundert noch heute die wenig bewachsenen Schuttflächen und Gletscherschliffe der nun wieder stark zurückgewichenen Gletscherzungen säumen (Abb. 17). Die Gletscherausdehnung, die im 17. und im 19. Jahrhundert wieder erreicht worden war, war mit die größte seit 8.000 Jahren.



Abb. 17. Talauswärts unterwegs zwischen den beiden Seitenmoränen des Goldbergkeeses von 1850 (links, schwarze Pfeile) und 1600 (rechts, weiße Pfeile). Das Rückzugsgebiet von 1600 bis 1850 zwischen den beiden Moränenzügen ist bereits wieder dicht bewachsen, das nach 1850 (links von der 1850er Moräne) nicht. Die Halde im Vordergrund ist Abraummaterial aus der Goldbergwerkszeit. (Foto: R. Böhm)

65jährige Rauriserin: „*Wie die ‚Kleine Eiszeit' gekommen ist, ist das wieder vergletschert worden. Und jetzt sind die Bäume vor, könnten wir ‚eini' schauen, weil das hat es überhaupt nicht gegeben, dass die Feldereralm total schneefrei war. Und voriges Jahr ist nur mehr ein kleiner Streifen gewesen. (...) Der ‚Schafler' hat allweil gesagt: ‚Das ist ein kleiner Gletscher'. Der hat allweil gesagt, wie es das ‚Kühkar' vergletschert hat, hat er gesagt, da ist das auch ein Gletscher gewesen. Es ist auch eine Moräne, da wo es zurückgegangen ist, ist alles eine Moräne, wie man auf der Pasterze sieht und beim Sonnblick. Früher das Gletschertor, wie ich so 14, 15 Jahre alt war, ein irrsinnig großes Gletschertor. Jetzt ist das so ein kleines Ding. (...) Der Gletscherkundler Professor Tollner hat zu mir gesagt: ‚Die ganzen, ein Labyrinth von Stollen vom Goldbergbau, werden alle wieder frei werden'. Und vor vier Jahren bin ich im Juli, da ist auch der Bus so gefahren wie heute, einen Sonntag, der Wirt hat Geburtstag gehabt, der Niedersachsenwirt, bin ich an dem wunderschönen Sonntag aufs Schareck und ‚obe' über den Herzog Ernst und dann zum Neubau zu, da habe ich herunten dem Forcher Sepp seinen Buben, der ist Geologe, getroffen, wie er die Stollenöffnungen auftut, und oben ist einer frei geworden. Bin ich ‚einigeschlofen' [=hineingeklettert], voll Dreck bin ich geworden. Eine Feile und einen Hammer habe ich erwischt.*"

Mit den historischen Gletscherhochständen sind wir in der Klimaperiode des letzten Millenniums angelangt, in der die in Kapitel A1 beschriebenen Klimaantriebe in den Vordergrund getreten sind. Sonnenintensität und Vulkanismus verursachten die Schwankungen, die auf der Zeitskala von Jahrzehnten bis Jahrhunderten den langfristig leicht fallenden Temperaturtrend überlagern. Im 20. Jahrhundert allerdings scheint es der Menschheit durch die künstlichen Klimaantriebe der anthropogenen Treibhausgase gelungen zu sein, den Langzeit-Abkühlungstrend vorläufig gestoppt zu haben. Bevor wir uns im nächsten Abschnitt diesen letzten beiden Jahrhunderten Klimageschichte zuwenden, zeigt die aus hunderten hochalpinen Baumringanalysen abgeleitete Sommertemperaturkurve der Abb. 18 diesen Übergang vom natürlichen zum anthropogen überformten Klima im Detail.

Man erkennt die mittelalterliche Wärmephase mit zwei Höhepunkten im 10., im 12. und im 13. Jahrhundert, unterbrochen durch eine massive Abkühlung im 11. Jahrhundert. In diesen Jahrhunderten wurde im Jahr 970 ein ähnlich warmer Sommer registriert, wie sie erst nach Jahrhunderten wieder auftraten, und der kühle von 1046 erreichte beinahe das „Jahr ohne Sommer" 1816. Nach dem letzten warmen 13. Jahrhundert zeigt die Klimakurve in Richtung Abkühlung, mit der neuerlichen plötzlichen Abkühlung im späten 16. Jahrhundert ist endgültig die „kleine Eiszeit" erreicht. Deren Höhepunkt war mit dem kältesten Jahr-

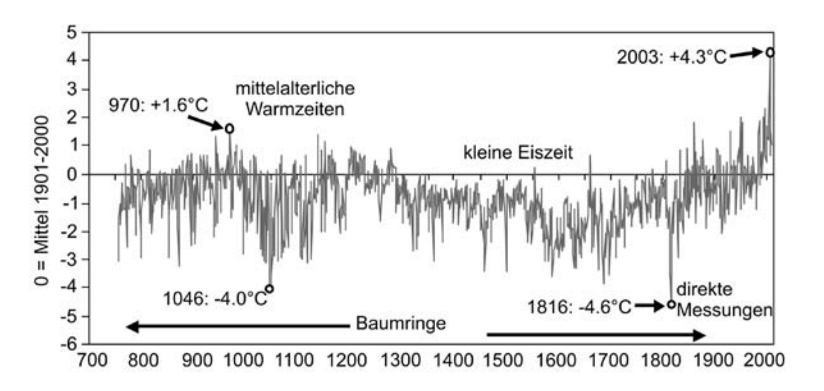


Abb. 18. Sommer-Frühherbst Temperaturen (Juni-September) in den Alpen seit dem Jahr 755 n. Chr.

755-1850: rekonstruiert aus hunderten Jahrringdichtereihen (Büntgen et al. 2006)

1760-2007: direkt gemessene HISTALP-Daten (Auer et al. 2007).

zehnt des Millenniums, den extremen 1810er Jahren erreicht, die den Menschen auch in der Zweitälerregion massive Probleme brachten. Heinz und Nicole Slupetzky (1995) haben dazu ein wertvolles historisches Dokument wieder zugängig gemacht, das sehr unmittelbar die Auswirkungen dieser späten Intensivphase der Kleinen Eiszeit auf das Leben in der Region beschreibt. Über die Gründe für diese Kältedekade wissen wir heute übrigens gut Bescheid. Sowohl die Sonnenintensität, als auch der Vulkanismus zeigten damals gleichzeitig auf Kälte, wie bereits in Abb. 1. dargestellt worden ist.

Erst nach diesen letzten Kältehöhepunkten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgte die bis heute andauernde Trendumkehr zur modernen Erwärmung. In jüngster Zeit beginnt die Temperaturkurve den „natürlichen Klimabereich“ zu verlassen, der durch die Variabilität des letzten Millenniums abgesteckt ist. Die Ursachen der Trendumkehr wurden bereits in Kapitel A1 beschrieben und diskutiert. Damit sind wir allerdings bereits in der „instrumentellen Periode“ angekommen, in der bereits direkte systematische Klimamessnetze existieren, die in der Region 250 Jahre, in globaler Abdeckung 150 Jahre zurückreichen.

Regionale Klimageschichte der letzten beiden Jahrhunderte

Der Großraum Alpen, vom Rhônetal bis zur ungarischen Tiefebene und von der Côte d’Azur bis zu den Vogesen, der schwäbischen Alp und dem Böhmerwald, ist weltweit das Gebiet mit den meisten langen Klimamessreihen. In mehr als 10jähriger Zusammenarbeit mit den Wetterdiensten, Hydrographischen Ämtern, aber auch Universitäten der Region konnte die HISTALP-Datenbank aufgebaut werden (Auer et al. 2007). Sie enthält mehr als 500 qualitätsgeprüfte monatliche Klimazeitreihen, deren ältere Teile an den Standort, die Instrumente, die Beobachtungszeiten, die Umgebung und andere Einflussfaktoren den aktuellen Stationen angepasst wurden. Diese aufwendige Arbeit nennt man „homogenisieren“. Erst dadurch zeigen Klimazeitreihen das tatsächliche Klima und nicht etwa die Übersiedlung der Messstation Badgastein von der Schule zum höher gelegenen Talboden Richtung Böckstein, die natürlich eine Abkühlung ergeben hätte. Diese HISTALP-Datenbank der ZAMG

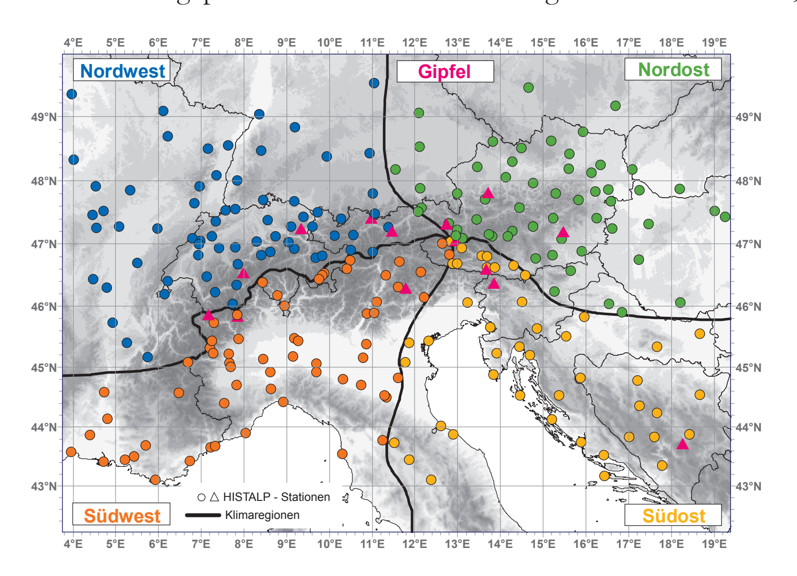


Abb. 19. Die Haupt-Klimaregionen des Großraums Alpen und das HISTALP-Stationsnetz.

enthält eine Fülle von Material über die Klimaschwankungen der letzten 150 bis 250 Jahre, aus dem hier eine kurze Übersicht gegeben wird.

Die Karte des Großraums Alpen in Abb. 19 zeigt zunächst seine Unterteilung in unterschiedliche Hauptklimazonen. Die dünnen Linien sind das Ergebnis einer mathematischen Methode (Hauptkomponentenanalyse), die ähnliche Klimagebiete für die verschiedenen Klimagrößen zusammenfasst. Die dicken Linien stellen die Hauptklimagrenzen im Alpenraum dar. Die west-östlich verlaufende dicke Linie trennt das Mittelmeerklima vom gemäßigten Klima der Westwindzone, die nord-südliche den eher atlantischen (ausgeglichenen) Bereich im Nordwesten vom eher kontinentalen Nordosten (kältere Winter, heißere Sommer). Der mediterrane Süden des Alpenraums wird im Sommer vom „Subtropenhoch" aufgesucht, zeigt aber in den Übergangsjahreszeiten deutlich höhere Niederschläge als der Norden des Alpenraums. Im atlantischen Bereich ist die Niederschlagsverteilung über das Jahr eher ausgeglichen, in den nördlichen Zentralalpen gibt es den meisten Niederschlag im Sommer. Rauris und Flattach befinden sich ziemlich genau am Kreuzungspunkt von vier Europäischen Hauptklimazonen, und das Gebiet reicht mit seinen hohen Gebirgszügen außerdem noch in eine vertikale Klimazone hinein, die sich auf Talniveau erst wieder in der Arktis findet – der Sonnblick hat etwa die gleiche Jahresmitteltemperatur wie Longyearbyen auf Spitzbergen.

Wir haben die regionalen Klimareihen der HISTALP-Datenbank mit den lokalen Messreihen der Projektregion „verschnitten" und so zwei volle Jahrhunderte instrumenteller lokaler Klimareihen erzeugt, die im Tal den Zeitraum 1800 bis 2007/08 überdecken, für die höheren Gebirgslagen beginnen die Klimareihen im Jahr 1818. Die folgenden Abschnitte stellen eine Auswahl davon für die Klimaelemente Temperatur, Sonnenschein, Niederschlag und Schnee vor.

Temperatur

Die „Klassiker" aller Klimakurven sind wohl die der Jahresmittel der Lufttemperatur. Beginnen wir deshalb unsere Reise durch die letzten beiden Jahrhunderte des Klimas der Hohen Tauern mit ihnen. Abb. 20 zeigt die einzelnen Jahresmittel und einen geglätteten Verlauf für das Mölltal bei Flattach in rund 700m, für den Ort Rauris in etwa

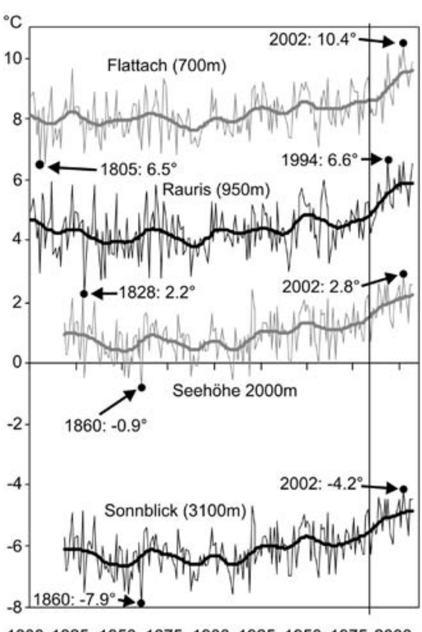
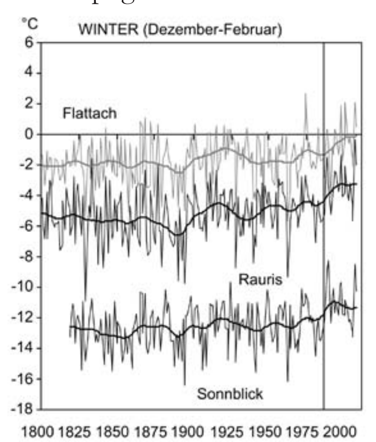


Abb. 20. Jahresmittel der Lufttemperatur in Flattach, Rauris, in den Hohen Tauern in 2000m und in 3100m Seehöhe (Sonnblick). Die dünnen Linien zeigen die Einzeljahre, die dicken sind 30-jährig geglättet. Talreihen 1800-2007, Bergreihen 1818-2007. Die kältesten und wärmsten Jahre der Zeitreihen sind als schwarze Punkte markiert. Die vertikale Linie in den frühen 1980er Jahren markiert die Wende vom natürlichen zum menschlich mit-beeinflussten Treibhausklima

950m und für zwei Höhenlagen (2.000 m und 3.100 m). Abgesehen davon, dass die Temperaturen mit der Seehöhe abnehmen, fällt auf, dass der geglättete Verlauf in den verschiedenen Höhenstufen sehr ähnlich ist. Gegenüber den Kälteperioden im 19. Jahrhundert, den letzten Manifestationen der „Kleinen Eiszeit" hat die Temperatur in der Region um rund 2°C zugenommen – und das gleich stark sowohl in den Tälern als auch in der Gipfelregion. Wir haben bereits in Kapitel A1 gezeigt (Abb. 4), dass das etwa doppelt so viel ist wie die Temperaturzunahme in Mittel der ganzen Erde. Den Grund für diese regionale Abweichung vom globalen Trend werden wir im nächsten Abschnitt diskutieren. Die Erwärmung erfolgte nicht stetig, sondern in zwei Hauptschüben: der erste von 1890 bis 1950, dann eine leichte Abkühlung bis in die 1970er Jahre und schließlich unser aktueller, hochgradig bereits anthropogener Wärmeschub in den 1980er und 1990er Jahren.



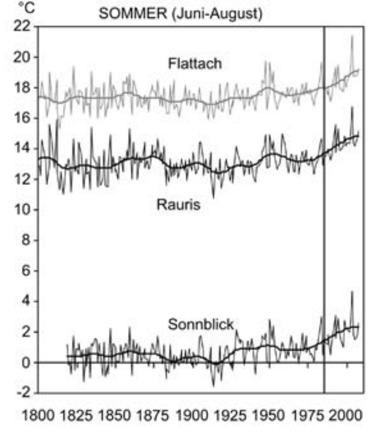


Abb. 21. Jahreszeitenmittel der Lufttemperatur in Flattach, Rauris 1800-2007 (Winter: 1800/01-2007/08) und auf dem Sonnblick 1818-2007 (Winter: 1818/19-2007/08). Die dünnen Linien zeigen die Einzeljahre, die dicken sind 30-jährig geglättet.

Ein Blick auf die dünnen Linien der Einzeljahre zeigt, dass diese wesentlich stärkeren Schwankungen von Jahr zu Jahr unterworfen sind, als der langjährig geglättete Verlauf. Diese starke kurzfristige Variabilität von Jahr zu Jahr (Jahreszeit zu Jahreszeit, Monat zu Monat, Tag zu Tag) im Verhältnis zu den viel geringeren langfristigen Trends ist es, die zu vielen Missverständnissen in der Klimadebatte führt. Sie wird von uns viel eher wahrgenommen, als der Langfristtrend – gerade er ist es jedoch, um den sich unsere Sorgen um das Klima der Zukunft drehen.

Der einzelne heiße Sommer 2003 sagt genauso wenig aus über Langfristtrends wie der wieder recht kalte Winter 2005/06 (beides zu sehen in den Jahreszeitenkurven der Abb. 21). Auch der in den letzten zehn Jahren spürbar gewordene Kurzfristtrend zu wieder kälteren Wintern scheint durch die beiden letzten Winter 2006/07 und 2007/08 wieder unterbrochen worden zu sein, bevor er sich noch zu einer „Klimawende" auswachsen konnte. Auffallend ist im Vergleich die viel stärkere Unruhe der Winterkurve. Zwischen dem kältesten und dem wärmsten Winter liegen im Tal beinahe 10°C, im Sommer ist die Bandbreite der Kurzfristschwankungen nur halb so groß.

Sonnenscheindauer

Sonnenschein und Bewölkung sind diejenigen Klimaelemente, die am nächsten dem entsprechen, was man landläufig unter Schönwetter oder Schlechtwetter versteht. Deshalb

kommt diesen Klimaelementen eine hohe Bedeutung für den Tourismus in der Region zu, da dieser hier hauptsächlich von Freiluftaktivitäten lebt. Im Rahmen des Standard-Wetterbeobachtungsprogramms wird die Bewölkung von den Wetterbeobachtern nur geschätzt, direkt gemessen wird die Sonnenscheindauer. Die Messgeräte zur Erfassung der Sonnenscheindauer wurden am spätesten von allen meteorologischen Geräten erfunden. In den 1850er Jahren hatte John Francis Campbell in England die Idee, im Brennpunkt einer Kristallkugel einen Papierstreifen anzubringen, in den die Sonne – wenn sie scheint – im Lauf des Tages ihre Spur einbrennt. Erst in den 1870er Jahren brachte George Gabriel Stokes diese Idee zur Einsatzreife. Der Campbell-Stokes Sonnenscheinautograph ist wohl eines der bekanntesten meteorologischen Messgeräte und wurde erst in den letzten Jahrzehnten durch opto-elekronische Messfühler ersetzt. In der HISTALP-Datenbank stehen homogenisierte Sonnenscheinreihen zurück bis in die 1880er Jahre zur Verfügung, auf die die hier gezeigten Zeitreihen in verschiedenen Höhenstufen zurückgehen.

Die Jahressummen der Sonnenscheindauer, zu sehen in Abb. 22, haben in den letzten 120 Jahren in der Region sowohl im Tal (um gut 200 Stunden) und stärker noch in den Höhenlagen (um nahezu 300 Stunden) zugenommen. Generell am meisten Sonnenschein gibt es in den mittleren Höhenlagen um 2.000 m, für die in den letzten Jahren bereits Jahressummen von mehr als 2.000 Stunden südlich, von mehr als 1900 Stunden nördlich des Alpenhauptkamms typisch geworden sind. Im Ausnahmejahr 2003 waren es sogar 2.460 Stunden an den Südhängen des Mölltales, 2.350 Stunden im Gebiet der Rauriser Hochalm. Die mittleren Höhenlagen um 2.000 m haben gegenüber dem Tal bereits einen weitgehend ungestörten Horizont, werden aber noch nicht durch die vor allem im Frühling und Sommer häufige Quell- und Staubewölkung am Alpenhauptkamm beeinträchtigt, die die Dreitausender im Vergleich dazu gut 250 Stunden Sonnenschein „kostet".

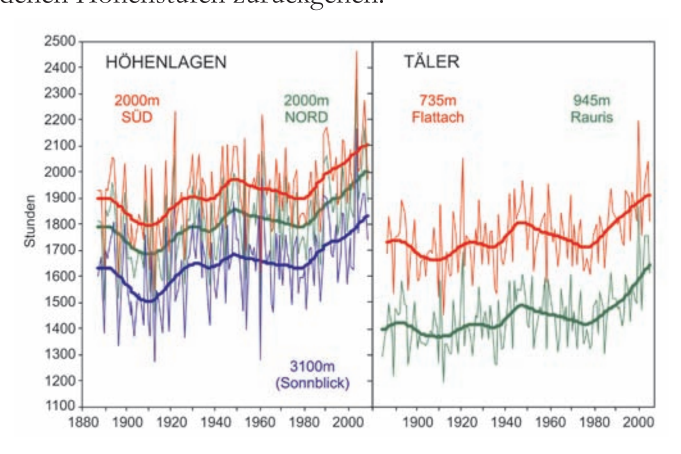


Abb. 22. Jahressummen der Sonnenscheindauer in der Zweitälerregion von den 1880er Jahren bis 2008, Einzeljahre und 30-jährig geglättet. Links: In Höhenlagen südlich und nördlich des Alpenhauptkamms und auf dem Sonnblick. Rechts: in den beiden Talorten.

Auffällig ist die hochgradige Ähnlichkeit der Sonnenscheinkurven in Abb. 22 mit denen der Lufttemperatur in Abb. 20. Die geglätteten Trends gehen beinahe parallel, beide zeigen die warmen und sonnigen Jahre um 1950, den Abkühlungstrend danach und auch die letzten beiden Jahrzehnte waren nicht nur die wärmsten, sondern auch die sonnenscheinreichsten. Die Ähnlichkeit weist auf die Ursache der stärkeren Erwärmung der Region gegenüber dem globalen Mittel hin. Es steckt offensichtlich sowohl ein globaler Anteil als auch ein

regionaler in der Erwärmung in den Hohen Tauern, die etwa gleich hoch sein dürften. Diese Ähnlichkeit sehen wir noch ausgeprägter in den Jahreszeitenkurven für den Sommer in den Abb. 23 und 21. Ähnlich wie im Sommer ist auch in der ebenfalls einstrahlungsaktiven Zeit des Frühlings die beschriebene stufenförmige Zunahme der Sonnenscheindauer (=des „Schönwetter") zu erkennen. Die Entwicklung der Herbst- und Wintersonne hingegen ist ganz anders, zum Teil sogar gegenläufig.

Das touristische Potential des alpinen Schönwetters und seine jahreszeitlich recht unterschiedlichen Kurz- und Langzeitänderungen zeigen die Sommer- (oben rechts) und die Herbstkurven (unten links) der 2000er und der 3000er Region in Abb. 23.

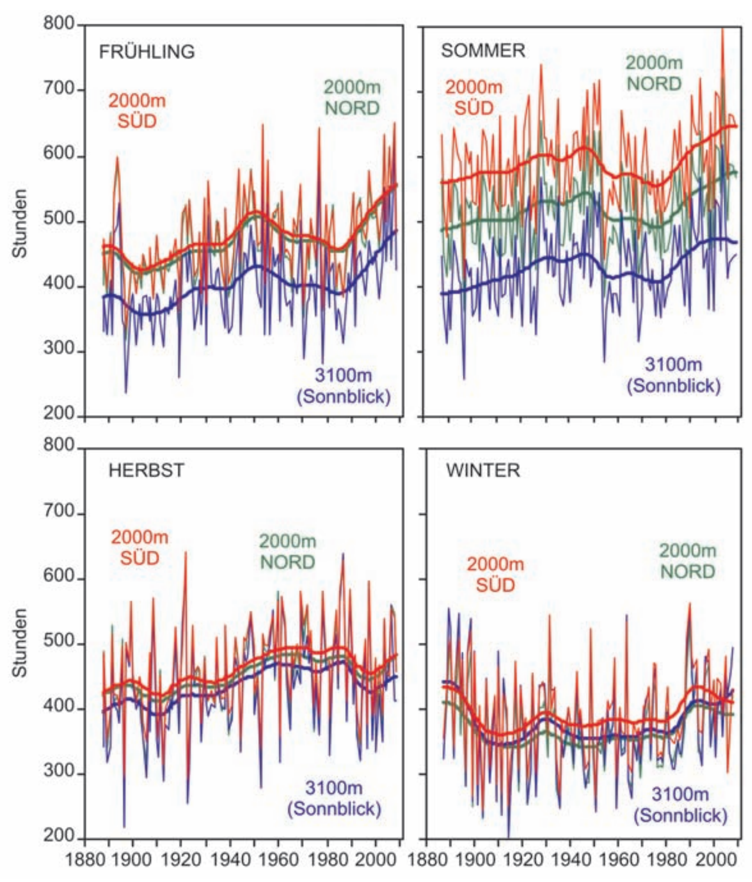


Abb. 23. Jahreszeitensummen der Sonnenscheindauer in den Höhenlagen der Zweitälerregion von den 1880er Jahren bis 2008, Einzeljahre und 30-jährig geglättet.

Mit den legendären Bergsteigersommern der frühen Nachkriegsjahre war es ziemlich abrupt ab dem Jahr 1953 für längere Zeit vorbei – beinahe 30 Jahre lang. Besonders arg wurde der Sommertourismus in der Region (und auch anderswo im Alpenraum) in den 1950er und 1970er Jahren durch – vornehm ausgedrückt – unstabile Witterung heimgesucht. Auch die Gletscher reagierten auf den Strahlungsschutz, den ihnen die Schlechtwetterwolken gewährten, und begannen in den Jahren vor 1980 mit einem neuerlichen Vorstoß. Ungefähr 75% der Alpengletscher waren damals im Vormarsch, so auch die meisten Gletscher der Zweitälerregion (Böhm et al., 2007). Nur der Flattacher Hausgletscher, das Wurtenkees, zerfiel gerade damals in zwei Teile und setzte seinen Verfall verstärkt fort. Die Berg-

herbste allerdings konnten in dieser Zeit für die „schlechten“ Sommer entschädigen – der „Altweibersommer“ hatte Hochkonjunktur und wurde, trotz der meist schon geschlossenen Schutzhütten und der bereits beendeten Schulferien, zur beliebten Jahreszeit der Bergwanderer. In den 1980er Jahren allerdings kehrten sich sowohl die Sommer- als auch die Herbsttrends völlig um. Die Sommer wurden schlagartig sonniger und heißer, während es mit der stabilen Herbstwitterung vorbei war. Typisch war vor allem in den 1990er Jahren nun ein erstes Einschneien der Gletscher der Hohen Tauern nach einem heißen Sommer so um den 1. September, und ein darauf folgender wechselhafter Herbst. Das Herbst-Diagramm links unten in der Abb. 23 zeigt den Effekt deutlich. Ob die jeweils drei wieder kühleren Sommer und die drei wieder schöneren Herbste in den 2000er Jahren diesbezüglich eine neuerliche Trendumkehr bedeuten, liegt noch hinter der Unsicherheit durch die zufällige Kurzfrist-Variabilität verborgen.

Niederschlag

Niederschlag ist bei den Touristen immer, in der Landwirtschaft manchmal unbeliebt, z.B. wenn es gilt, die Ernte einzubringen. Sein ausreichendes Vorkommen ist jedoch ein in seiner Bedeutung nicht hoch genug einzuschätzender Vorteil unseres Klimas. Speziell im Nord- und Zentralalpenbereich ist das Niederschlagsangebot das ganze Jahr über vorhanden, es bedarf keiner künstlichen Bewässerung in der Landwirtschaft, und der Abfluss der Gebirgsbäche und –flüsse stellt eine wertvolle regenerierbare Energiequelle dar, deren maßvoller Einsatz im Hinblick auf die Probleme, die die fossilen Energiequellen für den Treibhauseffekt darstellen, in ihrer Bedeutung deutlich über Solar-, Wind- und Bio-Energiequellen zu stellen ist.

Abb. 24 zeigt den Jahresgang des Niederschlages in der Zweitälerregion und für einen Vergleichsstandort im südlich angrenzenden Kanaltal im langjährigen Mittel. In Rauris gibt es den für alle Alpentäler nördlich des Alpenhauptkamms typischen Verlauf mit den höchsten Niederschlagssummen im Sommer, den geringsten im Winter. In den Hochgebirgslagen des Alpenhauptkamms fällt mehr als doppelt so viel Niederschlag wie im Tal, und er ist auch regelmäßiger über das Jahr verteilt. Das hat etwas mit der stärker ozeanischen Prägung der Hochalpen gegenüber den Tälern zu tun. Im Mölltal finden wir bereits zwei schwach ausgeprägte aber merkbare Einflüsse des Mittelmeeres: Die Sommerniederschläge

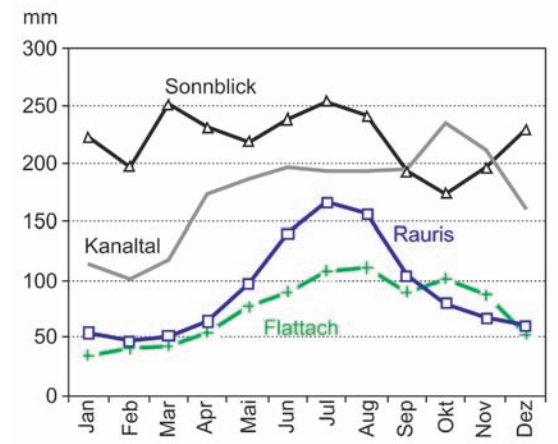


Abb. 24. Durchschnittlicher Jahresgang der Monatssummen des Niederschlages in Flattach, auf dem Sonnblick, in Rauris und zum Vergleich im Kanaltal, das bereits die typisch mediterranen Herbstniederschläge zeigt. Mittelungszeitraum 1800-2008

Teil_A.indd 33 01.03.2010 13:56:20

sind geringer als im unmittelbar benachbarten Rauris, dafür erkennt man eine Tendenz zu den für die Adria so typischen Herbstniederschlägen. Das typische Nord-Adriaklima ist im Diagramm eines HISTALP-Gitterpunkts im Kanaltal zu sehen. Hier, nicht weit entfernt vom Mölltal, ist das Sommermaximum wieder ein Stück flacher geworden und die Adria schickt generell mehr Feuchtigkeit, als weiter nördlich in den Alpen. Am häufigsten und intensivsten tut sie das im Herbst, wenn vom noch relativ warmen Meer viel Wasser verdunstet und die Mittelmeertiefs dieses hier entladen.

Wie der zeitliche Verlauf der Jahresniederschlagssummen in der Region in den beiden letzten Jahrhunderten war, zeigt Abb. 25. Neben den bereits besprochenen viel höheren Niederschlägen in den Höhenlagen, die in der Dreitausender-Region um 2600 bis 2800mm schwanken, in der 2000er Zone um 2000mm, im Tal um 1100mm, erkennen wir in manchen Perioden einige stärkere Abweichungen von diesen Langzeitmittelwerten. Nach eher feuchten Jahrzehnten zu Beginn des 19. Jahrhunderts, gab es um 1850 einen plötzlichen Rückgang des Niederschlages sowohl im Tal wie auch auf dem Berg. Diese Umstellung des Niederschlagsangebots um 1850 hilft mit, die ebenfalls um die Jahrhundertmitte ganz plötzlich zu Ende gehende Zeit der hohen Gletscherstände zu verstehen. Die Temperatur allein kann das nicht erklären. Das Goldbergkees z.B. zog sich bereits in den 50 Jahren von 1850-1900 um beinahe 500m zurück, beinahe gleich viel, wie im gesamten 20.Jahrhundert. Die beiden extrem trockenen Jahrzehnte nach 1850 wurden überall im Großraum Alpen beobachtet. Weit im Osten z.B. trocknete damals der Neusiedlersee zur Gänze aus, etwas, das seither nie mehr wieder vorgekommen ist. Danach ging allerdings der Niederschlagstrend

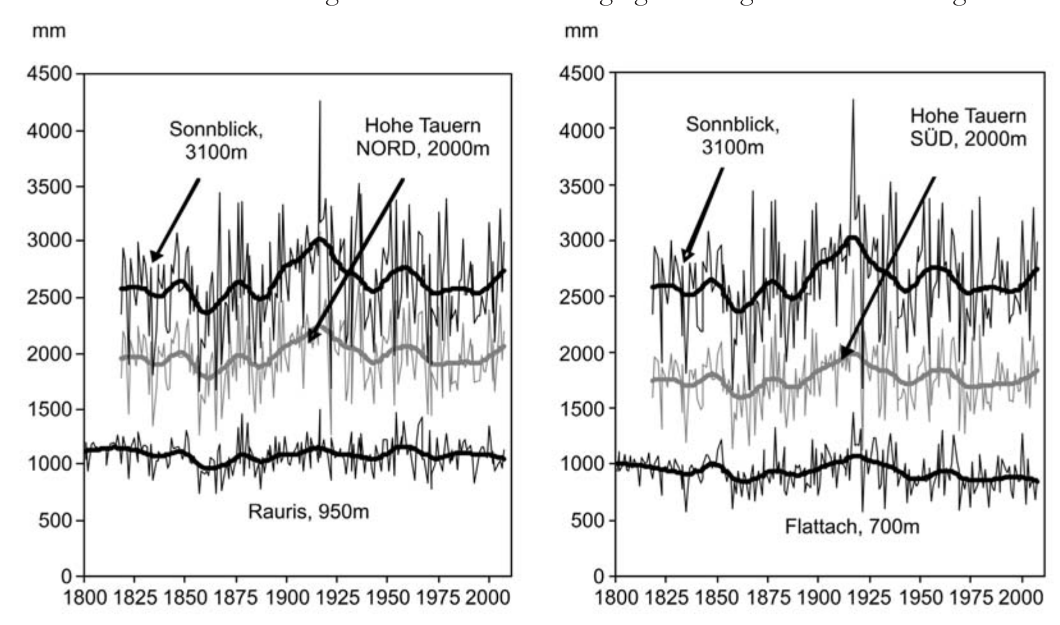


Abb. 25. Jahressummen des Niederschlags 1800-2007 in den zwei Tälern, sowie für die Höhenstufen 2000m und 3100m: links nördlich des Alpenhauptkamms, rechts südlich des Alpenhauptkamms. Einzeljahre und 30-jährig geglättet

vor allem in den Hochlagen wieder steil bergauf und erreichte in den maritimen 1910er Jahren sein Hauptmaximum der letzten 200 Jahre. Auf dem Sonnblick fielen damals im Schnitt etwa 600mm mehr Niederschlag als in den trockenen 1860ern. Seit den feuchten 1910ern zeigt der Niederschlagstrend dann vor allem in der 3000er Region generell wieder bergab. Auf dem Sonnblick werden nun wieder durchschnittlich 2600mm gemessen. Auch in dieser Hinsicht verhält sich der Sonnblick ähnlich der Mittelmeerregion, die ebenfalls Austrocknungstendenzen zeigt. Das Raurisertal und auch schon die Höhen um 2000m nördlich des Alpenhauptkamms zeigen diesen negativen Trend nicht, sondern verlaufen eher ausgeglichen (im Tal) bis leicht ansteigend (in mittleren Höhen). Damit reagieren die Rauriser Grasberge ähnlich wie die nördlichen Westalpen der Schweiz und Frankreich, wo überall ein Langzeittrend zu mehr Niederschlag vorherrscht, während das Rauriser Tal eher an den Nordosten der Alpen gekoppelt ist. Das Mölltal hingegen zeigt seit den feuchten 1910er Jahren einen relativ kontinuierlichen und anhaltenden Abwärtstrend. Generell ist der für die gesamten letzten zwei Jahrhunderte vorhandene leicht abnehmende Niederschlagstrend der Tallagen des Mölltals ähnlich der gesamten Adria- und Balkanregion, die diese Austrocknungstendenzen in noch stärkerem Ausmaß zeigt (Auer et al. 2005a).

Man sieht, dass die Lage von Rauris, Flattach und des Sonnblicks am Hauptknotenpunkt von drei gesamteuropäischen Klimazonen (Abb. 19), sich speziell beim Niederschlag stark bemerkbar macht. Der Alpenhauptkamm tendiert mehr zu maritimem Klima, bei den Extremwerten mehr zum Mittelmeer als zum Atlantik, die mittleren Höhen, wie etwa das Rauriser Schigebiet, sind eher vom Atlantik gesteuert, während das Rauriser Tal selbst eher kontinentale Tendenzen zeigt, das Mölltal solche des Adria- und Balkanraumes.

Schneefall

Wenn es ein Klimaelement gibt, über das man sich in den Alpen spezielle Sorgen für die Zukunft macht, ist das in erster Linie der Schnee. Sowohl sein übermäßiges Auftreten in Extremjahren, als auch sein Ausbleiben in trockenen oder milden Wintern oder seine mögliche Reduktion in den „Treibhausjahren" der Zukunft schafft Probleme, denen man sich stellen muss. Gerade die Kompliziertheit des Klimaelements Schnee im Gebirge, seine Entstehung, seine Verwehung, die unregelmäßige Ablagerung und auch Abschmelzung an oft unmittelbar benachbarten Stellen, machen jedermann klar, warum es so wenig gesicherte Tatsachen über den Schnee gibt. Wegen der bisher ungelösten Probleme bei der Homogenisierung der kleinsträumig überaus variablen direkten Messreihen dieses Klimaelements müssen wir vorerst auf eine indirekte Methode zurückgreifen, die aber wahrscheinlich die besten Resultate über langfristige Schneetrends liefert, und auch bei der Behandlung der Klimazukunft Erfolg versprechend ist. Es wird dabei ein bei Auer et al., 2005b genauer beschriebener Zusammenhang zwischen einer nach oben und unten begrenzten Klimagröße (in unserem Fall der monatliche Anteil des Schneefalls am Gesamtniederschlag, der zwischen 0 und 100% schwanken kann) und einer steuernden unbegrenzten Klimagröße (in unserem Fall das Monatsmittel der Lufttemperatur) dazu benutzt, die eine Größe, für die keine homogenisierten Langzeitreihen vorliegen aus der anderen abzuleiten. Der Zusammenhang ist für das Variablenpaar fester Niederschlag – Lufttemperatur sehr eng und gut durch eine nichtlineare tangens-hyperbolicus-Funktion beschreibbar.

Wir können somit die genau geprüften homogenisierten und langjährigen Monatszeitreihen der Temperatur und des Gesamtniederschlages mit den errechneten tanh-Funktionen in Zeitreihen des festen und des flüssigen Niederschlages zerlegen. Diese Zeitreihen des festen Niederschlages (streng genommen nicht nur Schnee sondern auch Hagel, Graupel, Griesel, deshalb auch im Sommer im Tal in sehr niedrigen Prozentsätzen vorhanden) stehen also mit hoher Genauigkeit für den „Wasserwert" oder den Prozentanteil des Schnees. Die Qualität, die die Temperatur- und Niederschlagsreihen haben, lässt erwarten, dass derartige „synthetische" Schneereihen genauer (und deutlich länger) sind, als direkt gemessene Schneehöhen mit all ihren Fehlermöglichkeiten, ihrer großen räumlichen Veränderlichkeit und damit Zufälligkeit. Schon ein neuer Zaun in der Umgebung einer Schneemessstelle kann eine Messreihe empfindlich stören, hat aber keinen Einfluss auf unsere indirekte Methode. Die in der Folge gezeigten Reihen geben Auskunft über das Angebot an fallendem Schnee, das die Natur den beiden Tauerntälern liefert, von Rauris in etwa 1000m bis hinauf zum Alpenhauptkamm mit dem Sonnblick in 3100m und auf der Südseite hinunter durch die Fragant bis ins Mölltal bei Flattach.

Man erkennt in den Jahreszeiten-Zeitreihen der Abb. 26 die unterschiedliche Reaktion der verschiedenen Höhenstufen auf die Veränderungen der Lufttemperatur, die ja im Tal und auf dem Berg sehr ähnlich verlaufen sind (Abb. 20 und 21). Im Winter gibt es kaum eine Veränderung des Schneeangebots in der Dreitausender-Region, weder in den letzten 200 Jahren, noch in den letzten Jahrzehnten. Der Schneeanteil liegt stabil in der Nähe von 100%. Im Tal hingegen hat der Schneeanteil gerade im Winter am empfindlichsten auf die Erwärmung reagiert, von den strengen Wintern um 1890 bis zu den 1990ern gab es im höher gelegenen Raurisertal einen 15%igen Rückgang von rund 85% auf jetzt nur noch 70%, im südlichen und nur 700m hoch gelegenen Flattach einen von 65% auf aktuell 45%. Auch in den Höhenlagen des Rauriser Schigebietes um 2000m gab es bereits einen spürbaren Langzeit-Rückgang des Winterschnees um etwa 10%, erst oberhalb von 2000m gab es kaum einen Rückgang des Winterschneeangebots.

In den Zwischenjahreszeiten reagieren die mittleren Höhenlagen am stärksten. Auch hier ist die Situation in der Dreitausenderregion noch völlig stabil. Im Herbst jedoch fand in den mittleren Höhenlagen eine bemerkenswerte Trendumkehr zu wieder mehr Schnee in den späteren 1980er Jahren statt, die man im Tal nicht findet. Ob diese „Verschlechterung" der Bergherbste als für das mediterrane Klima typisches Merkmal (vergl. Abb. 23) auch in Zukunft andauern wird, ist unklar. Die weiter steigenden Temperaturen werden wohl auch hier künftig für mehr „flüssiges Schlechtwetter" sorgen.

Genau umgekehrt wie im Winter ist die Situation im Sommer. Naturgemäß kaum eine Änderung im Tal, wo fast nie Schnee, höchstens Schneekörner, Graupeln oder Hagel bei labiler Luftschichtung für einige wenige Prozente an festem Niederschlag sorgen. Mit ansteigender Seehöhe jedoch reagiert der Sommerschnee sehr empfindlich auf den langfristigen Temperaturanstieg. Seit den kühlen Sommern der 1910er Jahre ist der Schneeanteil in 2000m um 10% zurückgegangen, in der Dreitausenderregion um beinahe 20%. Praktische Bedeutung besitzt dieser starke Schnee-Rückgang im Sommer in der Gletscherregion. Sommerliche Schneefälle schützen die Gletscher vor der Einwirkung der Sonnenstrahlung,

da eine weiße Schneedecke bis zu 90% der Sonnenstrahlung reflektiert, das apere Eis nur 20 bis 30%. Dieser Effekt ist viel wichtiger, als die direkte „Ernährung“ der Gletscher mit Sommerschnee. Mehr darüber im nächsten Kapitel.

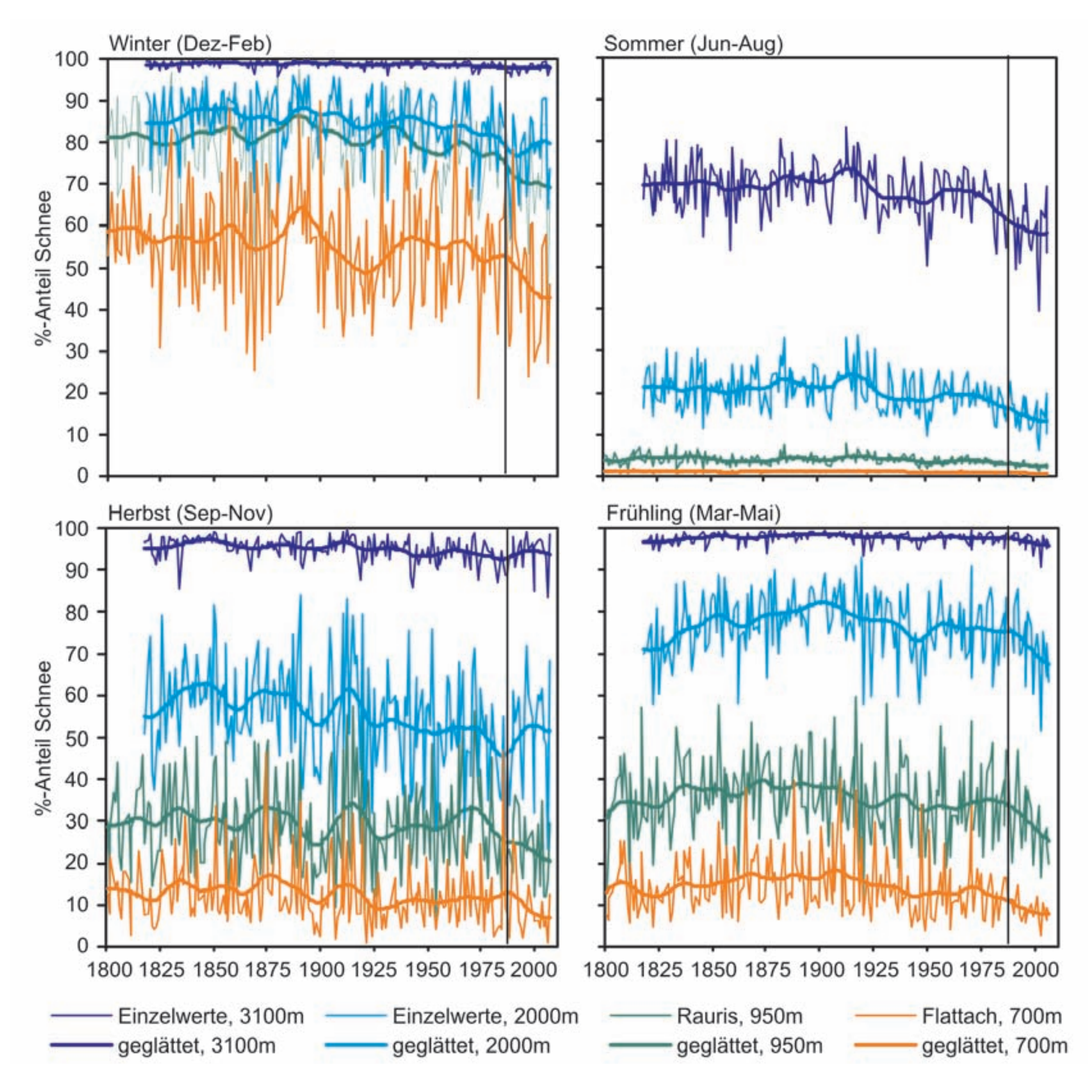


Abb. 26. Zeitreihen des Prozentanteils des Schnees am Gesamtniederschlag in den vier Jahreszeiten in Flattach (700m), Rauris (950m) und in Höhenlagen von 2000m und 3100m von 1800 bis 2007/08 (Einzelwerte und 30-jährig geglättet). Die vertikalen grauen Linien markieren den auf den Seiten 7 und 8 diskutierten Eintritt ins anthropogene Treibhausgaszeitalter in den 1980er Jahren.

A4. Die Gletscher der Zweitälerregion

Die Hochgebirgsregion der zwei Täler in den Hohen Tauern ist vergletschert, und bietet wegen der Existenz des Observatoriums auf dem Sonnblick beste Voraussetzungen für glaziologische Forschung, speziell für Analysen der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gletscher. Seit Albrecht Penck im Herbst 1896 die ersten Längenmessmarken vor den Zungen von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees installierte (Penck 1897), wird dieses Potential auch genutzt. Seit damals ist ein reichhaltiges Material an Daten und Analysen entstanden. Es reicht von den seit 1886 regelmäßig durchgeführten Längenmessungen (Zusammenfassungen in Machacek 1899, Kinzl 1928, Lichtenecker 1936, Böhm 1984, Böhm und Strobl 1987) über kartographische Aufnahmen (z.B. Hübl 1912) und deren Auswertung (Böhm et al. 1983, Böhm 1992, Binder 2009), über Feldmesskampagnen von Komponenten der Energiebilanz der Gletscher (Sauberer und Dirmhirn 1952, Hynek, 2007) bis zu den regelmäßigen glaziologischen Massenbilanzmesskampagnen seit den frühen 1980er Jahren und deren Analyse mit dem Ziel eines besseren Verständnisses der Beziehung Klima-Gletscher (Auer et al. 1995, Schöner et al. 2000, Schöner und Böhm 2007, Schöner et al. 2008), nicht zuletzt um auch die Funktion der Gletscherschmelze auf das hochalpine Wasserangebot quantifizieren und qualifizieren zu können (Koboltschnig 2007, Kroisleitner 2007).

Als prominente und in der Landschaft deutlich sichtbare Klimaauswirkung waren die Veränderungen der Gletscherwelt naturgemäß auch ein Bestandteil des Zweitälerprojekts. In Zusammenarbeit mit dem Touristenverein Naturfreunde Wien entstand als transdisziplinäres Angebot ein neuer Gletscherlehrpfad, der mit zahlreichen Schautafeln im Rückzugsgebiet des Goldbergkeeses seit 1850 die Geschichte dieses Gletschers erzählt und erklärt. Er regt dazu an, den Klima- und Gletscherwandel verstehend zu erwandern, und damit der rein rationalen naturwissenschaftlichen Zugangsweise auch eine sensorische, eine Gefühls- und ästhetische Dimension hinzuzufügen. Vertieft kann diese naturwissenschaftliche Wanderung durch ein Begleitbuch werden, das sowohl als Wanderführer, als auch als populärwissenschaftliche Beschreibung von Gletschern im Klimawandel benutzt werden kann (Böhm et al. 2007).

Wie sich die Gletscher in der Region in historischer und prähistorischer Zeit verhalten haben, ist schon einige Male in diesem Buch zur Unterstreichung und Verdeutlichung der Klimavariabilität verwendet worden. Es sei hier nun eine Zusammenschau gegeben – detaillierter kann das Thema im bereits erwähnten Begleitbuch zum Gletscherlehrpfad nachgelesen werden.

Beginnen wir im frühen 19. Jahrhundert, als mächtige Gletschervorstöße alpenweit und auch in den Hohen Tauern die Talbewohner beunruhigten, was zu der schon erwähnten amtlichen Erhebung führte, die in den Salzburger „Kreispräsidialakten No. 84-89“ enthalten, und von Slupetzky und Slupetzky, 1995 wieder zugängig gemacht worden sind. Der Kreishauptmann Graf Welsperg-Raitenau forderte Berichte von Amtspersonen vor Ort an, die die Wahrheit über „*die Verwilderung der Alpen*“ beschreiben sollten, die damals beklagt wurde. Über die Gletscher hier „*im Seitenthall Rauris*“ etwa berichtet der k.k. Landgerichts Verweser

Joseph Ferdinand Hermann, dass die kalten 1810er Jahre tatsächlich real gewesen wären, und er führte zahlreiche Details von Berichten der Rauriser an. Sie erzählen von kleineren Gletschern im späten 18. Jahrhundert, und darauf folgenden Gletschervorstößen „*von eineinhalb Zielschußweiten*“, die „*über ein Gebiet von der Länge von 8 Fußstunden vom Hüttwinkeltauern bis zum Heiligenbluter Tauern Weiden vernichtet haben, die vordem mit Rindvieh angekehrt waren*“. Sogar langfristige Entwicklungen wurden in dem Bericht erwähnt, wie die „*Uiberzeugung dass das Klima in Rauris seit Jahrhunderten erkaltete und daher auch die Alpen verwilderten*“. Eine bemerkenswert richtige Beobachtung, wenn man sie mit den modernen Klimarekonstruktionen vergleicht, wie etwa mit der 1.250-Jahres-Temperaturkurve der Abb. 18 in Kapitel A3. Wie stark die Vergletscherung Mitte des 19. Jahrhunderts im Vergleich zur ersten Hälfte und zum Ende des 20. Jahrhunderts war, zeigt die Tafel A des Gletscherlehrpfades in Abb. 27.

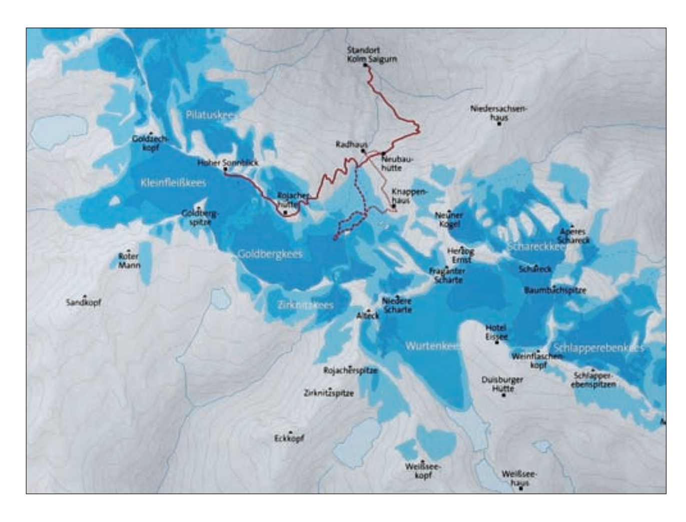


Abb. 27. Ausschnitt aus Tafel A des Gletscherlehrpfades Goldbergkees, der die vergletscherten Flächen in der zentralen Goldberggruppe für die Zeitpunkte 1850, 1930 und 1998 zeigt. Hellblau: Seen, mittelblau: Gletscher 1850, blau: Gletscher 1930, dunkelblau: Gletscher 1998, rotstrichliert: Gletscherlehrpfad Goldbergkees.

Längenänderungen der Gletscher seit 1850

Dass der Gletscherrückzug seit dem Maximalstand der letzten 8.000 Jahre (vergleiche Kapitel A3.) im frühen 19. Jahrhundert nicht gleichmäßig und auch nicht einheitlich vor sich gegangen ist, zeigen die Längenänderungskurven der Abb. 28 am Beispiel der unmittelbar benachbarten Gletscher Goldbergkees und Wurtenkees. Die Längenmessungen an Alpengletschern gehen auf Initiativen der alpinen Vereine im späten 19. Jahrhundert zurück (Richter 1888). In Österreich werden derzeit durch den Messdienst des ÖAV alljährlich mehr als 100 Zungenenden vermessen und in den Gletscherberichten des ÖAV (Patzelt 2008 und Vorjahre) bearbeitet und publiziert. In der Zweitälerregion sind die Längenmessungen seit deren Beginn im Jahr 1896 Teil des Gletschermonitorings des Sonnblickobservatoriums. Für drei Gletscher, das Goldbergkees, das Kleinfleißkees und das Wurtenkees, liegen lange und bearbeitete Zeitreihen der Längenänderungen vor. Zwei davon befinden sich in den Gemeindegebieten von Rauris und Flattach und werden hier vorgestellt.

Das nördlich des Alpenhauptkamms gelegene Rauriser Goldbergkees erlebte drei starke Rückzugsphasen mit typischen jährlichen Längenverlusten zwischen 10 und 20 Metern

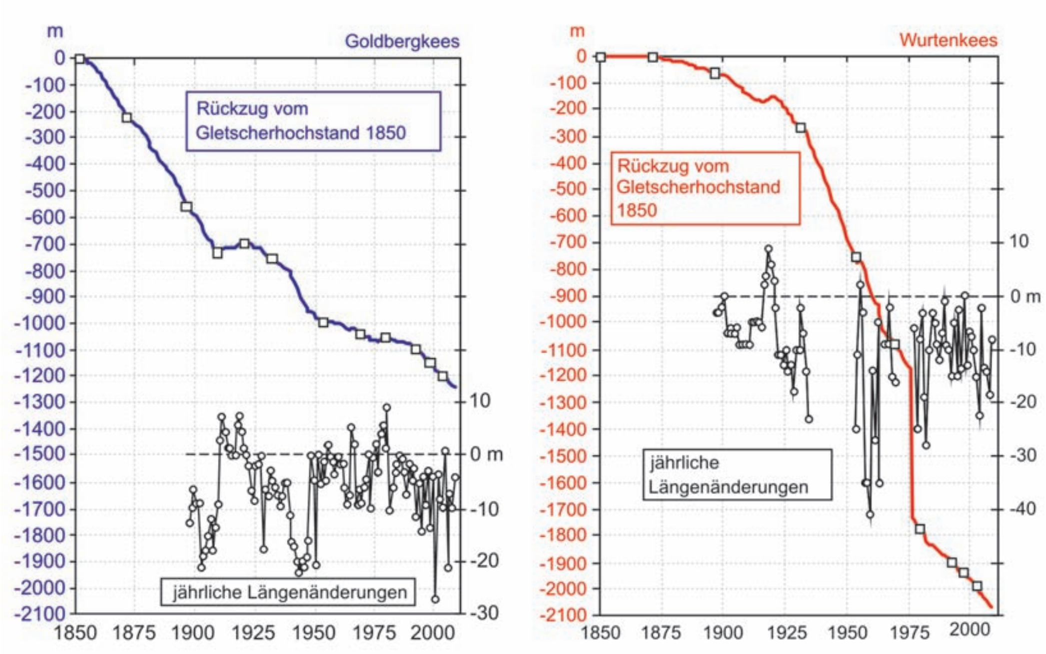


Abb. 28. Die Längenänderung der beiden Hauptgletscher der Zweitälerregion seit 1850. In Farbe der Rückzug hinter die Endmoräne von 1850 (vor 1896 durch Kartenvergleiche extrapoliert), schwarz die jährlichen Änderungen, die seit 1896 direkt gemessen worden sind (Böhm, 1984 und Böhm und Strobl, 1987, aktualisiert)



Abb. 29 Das Goldbergkees mit dem Sonnblick im Herbst 1992 (rechts oben ist das Gipfel-Observatorium zu sehen). Im Vorland der Gletscherzunge (Pfeile), rund 400m vor dem Zungenende ist die Moräne des Vorstoßes der 1910er Jahre zu sehen. Foto R. Böhm

von 1850-1880, den 1930er bis 1950er Jahren und in den Jahrzehnten seit 1980. In den 1910er und den 1950er bis 1970er Jahren allerdings stabilisierte sich der Gletscher und zeigte sogar schwache Vorstoßtendenzen. Damit entsprach er recht gut dem allgemeinen Gletscherverhalten in den Alpen. Die kühlen, sonnenarmen und niederschlagsreichen Sommer zu Beginn des 20. Jahrhunderts (vergl. Abb. 21, 23 und 25) ließen damals bis zu 75% der Alpengletscher vorstoßen. Die „1920er-Endmoränen“ sind in vielen Gletschervorländern als zweiter Saum innerhalb der wesentlich mächtigeren

des 1850er Hochstandes der alpinen Vereisung zu sehen, wie zum Beispiel in Abb. 29 im Vorland des Goldbergkeeses. Um 1980 begannen die Gletscher der Alpen gerade einen neuerlichen Vorstoß, der allerdings durch den damals einsetzenden nun endgültig „anthropogen" werdenden Klimawandel unterbrochen und in sein Gegenteil umgewandelt wurde, so auch im Fall des Goldbergkeeses, das sich seither (Stand 2008) erneut um 200 Meter zurückgezogen hat.

Deutlich anders verlief der Rückzug des Flattacher Wurtenkeeses auf der Südseite des Alpenhauptkammes. Seit 1850 hat sich seine Gletscherzunge um beinahe 2.100m zurückgezogen, also beinahe doppelt so stark, wie die des Goldbergkeeses, die zurzeit (2008) rund 1.250m hinter dem Maximalstand endet. Das südorientierte Wurtenkees war um 1850 derjenige der Gletscher der Goldberggruppe, der dem klassischen Bild eines Gletschers mit einem weiten Firngebiet und einer mächtigen und langen Gletscherzunge am ehesten entsprach. Ohne die für das Goldbergkees typischen Geländestufen war das Längsprofil des Wurtenkeeses sehr regelmäßig. Das „Nährgebiet" nahm den gesamten Hintergrund der „Hochwurten" ein und reichte von Rojacherspitze und Alteck im Westen über den Goldbergtauern und Herzog Ernst bis zum Schareck und Weinflaschenkopf im Osten. Von dort flossen zwei Haupteisströme vom Alteck und vom Schareck in das flache Tal, das heute vom Speicher Hochwurten eingenommen wird. Der Nachschub von dem weiten Firngebiet in das flache Wurtental erzeugte eine mächtige Zunge, die um 1850 rund 200m dick war.





Abb. 30. Die Zunge des Wurtenkeeses im Herbst 1896 (links, Foto A.E. Forster) und im Herbst 2001 (rechts, Foto R. Böhm).

Das linke der beiden Vergleichsfotos in Abb. 30 zeigt die Naht zwischen den beiden Gletscherteilen als ausgeprägte Mittelmoräne auf der Gletscherzunge immer noch in einem nur wenig veränderten Zustand gegenüber 1850. Beinahe eben konnte man damals noch über die niedere Scharte von Flattach nach Rauris gelangen. Das Vergleichsbild rechts aus dem Jahr 2001 zeigt, vom selben Standort aus, eine total veränderte Landschaft. Die Gletscherzunge ist rechts hinten aus dem Bild verschwunden, und hinter dem Speichersee Hochwurten ist die nun nur noch sehr mühsam über steilen Schutt überquerbare niedere Scharte zu sehen.

Bis 1930 war diese mächtige Gletscherzunge wesentlich stabiler als die des Goldbergkeeses und verlor in diesen 90 Jahren weniger als 300m an Länge, gegenüber beinahe 800m Rückzug des benachbarten Goldbergkeeses. Erst danach, als die um 1850 rund 200m dicke Zunge des Wurtenkeeses sehr dünn geworden war, setzte ein nun rasanter Verfall dieses Gletschers ein. Um 1960 „überholte das Wurtenkees das Goldbergkees und einige Jahre später zerfiel der Gletscher in einen Alteckteil (im Bild links) und in einen Schareckteil (im Bild rechts von der Nahtstelle, die durch eine Mittelmoräne markiert ist). Zwischen 1983 und 1999 verschwand schließlich der gesamte Alteckteil in weniger als zwei Jahrzehnten, wie auf den beiden Bildern der Abb. 31 zu sehen ist. Nur direkt unter dem Alteck gibt es heute noch einige Eisreste dieses verschwundenen Gletschers.




Abb. 31. Das Verschwinden des Alteckteils des Wurtenkeeses zwischen 1983 (linkes Bild) und 1999 (rechtes Bild). (beide Fotos R. Böhm).

Gletscherflächen und Gletschervolumina seit 1850

Alle Gletscherkarten liegen heute als interne Arbeitsunterlagen der Gletschergruppe der ZAMG in hochaufgelöster digitaler Form vor. Für die Gletscherflächen gilt das für die gesamte Goldberggruppe von 1850 bis 1992. Ein Ausschnitt dieser Kartendarstellung mit dem Fokus auf die in diesem Buch besprochenen Gletscher wurde bereits in Abb. 27 gezeigt. Die beiden oberen Diagramme von Abb. 32 enthalten die daraus abgeleiteten Zeitreihen für die gesamte Gruppe (links oben) und für die beiden Hauptgletscher der Zweitälerregion (rechts oben).

Die Vergletscherung der Goldberggruppe ist von 1850 bis 1992 von 34,1 auf 8,4 km^2 zurückgegangen, also auf rund 25%. Für die beiden Hauptgletscher liegen auch aktuellere Daten für 1998 und 2003 vor (Diagramm rechts oben). Das Wurtenkees ist bis dahin auf 25% seiner Fläche von 1850 geschrumpft, die damals noch 3,5km^2 betragen hat. Das um 1850 mit 2,9km^2 noch etwas kleinere Goldbergkees (ohne die sich früh abgespalten habenden Seitenäste des Neunerkeeses und des kleinen Sonnblickkeeses) hat sich seither etwas besser gehalten. 1,4km^2 sind heute noch in den Karen von der Fleißscharte hinunter zur Hüttwin-

kelache vereist, also noch 49% des Hochstandes in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Die beiden Zeitreihen haben sich allerdings erst in jüngster Zeit gekreuzt, noch bei der Vermessung 1979 war das Wurtenkees etwas größer gewesen als das Goldbergkees.

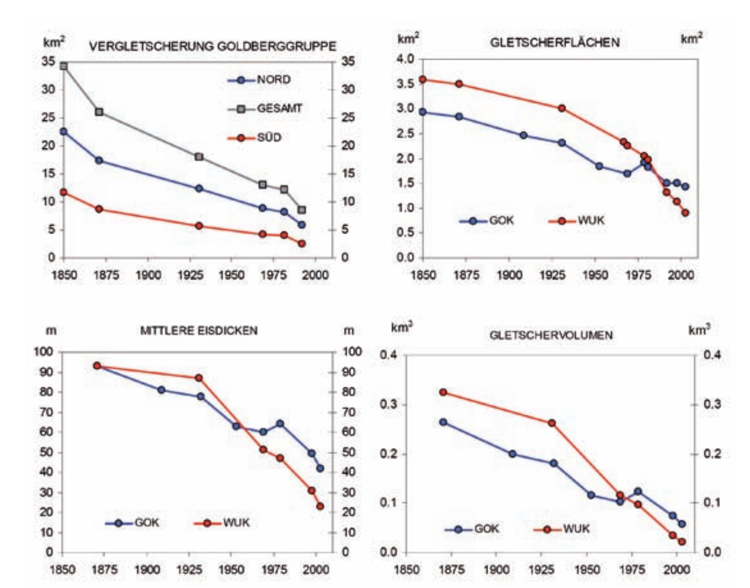


Abb. 32. Kartometrische Zeitreihen der Vergletscherung der Goldberggruppe.
Links oben: Flächen aller Gletscher der Gruppe, unterteilt nach nördlich und südlich des Alpenhauptkamms 1850-1992 (Böhm, 1992)
Rechts oben: Flächen von Wurtenkees (WUK) und Goldbergkees (GOK) 1850-2003
Unten links: Mittlere Eisdicken 1871-2003, unten rechts: Gletschervolumina 1871-2003 (Binder, 2008, Binder et al., 2009 kombiniert mit Böhm et al.,1983)

Durch GPR-Radarmessungen (GPR= “ground penetrating radar“, Binder 2009, Binder et al. 2009) kennen wir auch den Untergrund der Hauptgletscher des Gebietes und können nicht nur die Längen- und die Flächen, sondern auch die Eisdicken- und Volumina bis 1871 zurückverfolgen, dem Zeitpunkt, für den die ersten für kartometrische Zwecke verwendbaren dreidimensionalen Gletscherkarten vorliegen. Abb. 33 zeigt die räumliche Verteilung der Eismächtigkeiten des Kleinfleißkeeses und des Goldbergkeeses (die an der Fleißscharte noch zusammenhängen) sowie rechts unten die der beiden Teile des Wurtenkeeses, das, wie das Goldbergkees bereits neuerlich in zwei Teile zerfallen ist. Für den Gletscherstand um 1850 standen lediglich die aus Moränenumrandungen und Vegetationsgrenzen rekonstruierten zweidimensionalen Flächenkarten zur Verfügung. Eine dreidimensionale Rekonstruktion für den Gletscherhochstand um 1850 steht zurzeit noch aus.

Auf den beiden unteren Diagrammen der Abb. 32 ist der zeitliche Verlauf der mittleren Eisdicke und des Gletschervolumens für Goldbergkees und Wurtenkees zu sehen. Das Volumen des Goldbergkeeses ist von 1871 bis 2003 von 264 auf 57 Millionen m^3 zurückgegangen, die mittlere Eisdicke von 93 auf 42m. Das Wurtenkees hatte 1871 noch 324 Millionen m^3 und heute nur noch 21, also ein Rückgang auf nur noch 6,4%. Die mittlere Eisdicke dieses Gletschers war 1871 mit 93m noch gleich der des Goldbergkeeses, ist heute jedoch mit nur noch 23m etwa halb so groß. An den mächtigsten Stellen war im Jahr 2003 das Eis des Goldbergkeeses noch rund 160m tief, das des Wurtenkeeses rund 80m. Das obere Wurtenkees, auf dem die Hauptaktivitäten des Schigebietes „Mölltaler Gletscher“ stattfinden, ist im Schnitt noch 13m dick, an seinen tiefsten Stellen 40m.

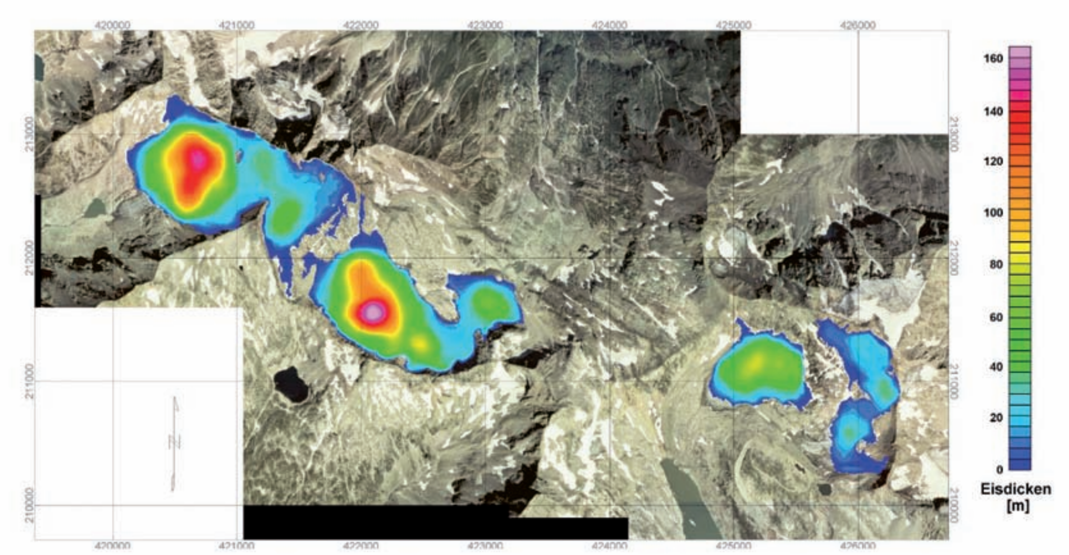


Abb. 33. Aktuelle Eisdickenkarten der drei Hauptgletscher der Goldberggruppe nach den GPR-Feldmessungen der Jahre 2002-2004 (Abb. 11.4 aus Binder, 2009). Umgebung: Orthophotokarte des Jahres 1998
Von links nach rechts: Kleinfleißkees, Goldbergkees, Wurtenkees

40jähriger Flattacher: *„Ich habe [in meiner Jugendzeit] oben viel im Eis rumgeschnitten und bin auf und ab gelaufen damals, wo die Gletschererschließung stattgefunden hat und kenne es jetzt nach langer Pause und war ziemlich erschrocken, ich da gesehen habe, was da davon übrig geblieben ist innerhalb von 15 Jahren, also es ist nicht wegzudiskutieren.“* (Kirchengast 2007b, S. 22f)

Vor der an sich naheliegenden linearen Extrapolation der Zeitreihen der Gletscherausmaße in die nahe Zukunft sei gewarnt. Diese ließe das Ende des Wurtenkeeses bis 2020, das des Goldbergkeeses bis 2030 erwarten. In Wahrheit jedoch wird das Verschwinden beider Gletscher nicht linear vor sich gehen. Einerseits ziehen sie sich in höhere und damit kältere Regionen zurück, zum anderen werden zwar ihre Randzonen weiter zügig abnehmen, an den tiefsten Stellen jedoch wird das Eis des Goldbergkeeses sicher noch über die Jahrhundertmitte hinaus überdauern. Die Lebenszeit des Wurtenkeeses ist potentiell kürzer, infolge der künstlichen Schneeerzeugung ist jedoch eine Prognose schwierig. Zumindest im Pistenbereich des Schigebietes scheint der direkte Masseneintrag in Verbindung mit der „Schneealbedo“ (der weiße Schnee reflektiert viel mehr Strahlung als dunkleres unverschneites Eis) diese Gletscherteile in gewisser Weise zu konservieren.

Massenbilanzen – der Schlüssel zum Verständnis des Gletscherwandels als Folge des Klimawandels

Zu einem besseren Verständnis der Abhängigkeit des Gletscherverhaltes von den Einwirkungen des Klimas sind die bisher gezeigten geometrischen Untersuchungen nur wenig geeignet. Dazu benötigt man die genauere Kenntnis der „Energiebilanz“ und in der Folge der „Massebilanz“. Ein Gletscher ist hauptsächlich an seiner Oberfläche mit seinen von

außen einwirkenden Klimaeinflüssen in Berührung – hier wird Energie und Masse ausgetauscht.

Als von der Atmosphäre kommende Energiequellen oder -senken stehen die Strahlungsenergie von der Sonne und der Energieaustausch mit der Luft, hauptsächlich durch bodennahe Luftwirbel zum Ausgleich von sowohl Lufttemperatur- als auch Feuchteunterschieden zur Verfügung. Andere Energieeinträge wie die Wärme des Niederschlags oder die Wärmeleitung im Eis sind viel geringer. Auch der Energieeintrag durch den Wärmefluss aus dem Erdinneren ist vergleichsweise unbedeutend. Energieverluste für den Gletscher gibt es durch Ausstrahlung, durch Reflexion und wiederum durch den Austausch von fühlbarer Wärme und Schmelz- oder Verdunstungswärme, je nachdem ob die Luft oder die Eisoberfläche wärmer oder kälter sind, und wie die Feuchteverhältnisse sind.





Abb. 34. Feldmessungen auf den Gletschern. Links: Schneedichtemessung in einem Profil der Winterschneedecke (Foto G. Weyss). Rechts: Setzen eines Ablationspegels mit Dampfbohrer und GPS-Antenne (Foto B. Hynek)

Das Klima in Form der Energiebilanz verursacht an jedem Punkt der Gletscheroberfläche über ein Bilanzjahr gerechnet Massenzuwachs oder Massenverlust des Gletschers – Zuwachs dann, wenn der aufgehäufte Schnee in der „Akkumulationssaison" die Verluste durch Abschmelzen in der „Ablationssaison" überwiegt, Verlust, wenn, wie zumeist seit den 1980er Jahren, mehr abschmilzt als zuwächst. Unmittelbar in eine Längenänderung an der Zunge umsetzen kann man jedoch die Massenbilanz nicht, da das Gletschereis wie eine sehr zähe Masse talwärts „abfließt". Bei kleinen und flachen Gletschern wie denen der Zweitälerregion tut es das sehr langsam, weniger als 10m pro Jahr ist hier die Regel. Trotzdem wird auch hier relativ viel Eismasse vom „Nährgebiet" ins „Zehrgebiet" transportiert, weshalb an einem stabilen, sogar an einem vorstoßenden Gletscherende in der Regel zwar Eis abschmilzt, die Eisbewegung das jedoch ausgleicht oder sogar übertrifft.

Die Größen der Energiebilanz stehen für das Klima, wie es in unserem Fall z.B. an dem mitten in der Gletscherregion liegenden Observatorium auf dem Sonnblick gemessen wird. Die Massenbilanz der Gletscher muss in aufwendigen Feldmesskampagnen auf den gesamten Gletscherflächen erhoben werden. Im Sonnblickgebiet rücken seit den frühen 1980er Jahren eine Schar von Freiwilligen (meist Studenten) unter der Anleitung des Gletscherteams der ZAMG zweimal jährlich aus, um auf den Hauptgletschern die „Winterbilanz" und die „Sommerbilanz" und als deren Summe die resultierende Jahresmassenbi-

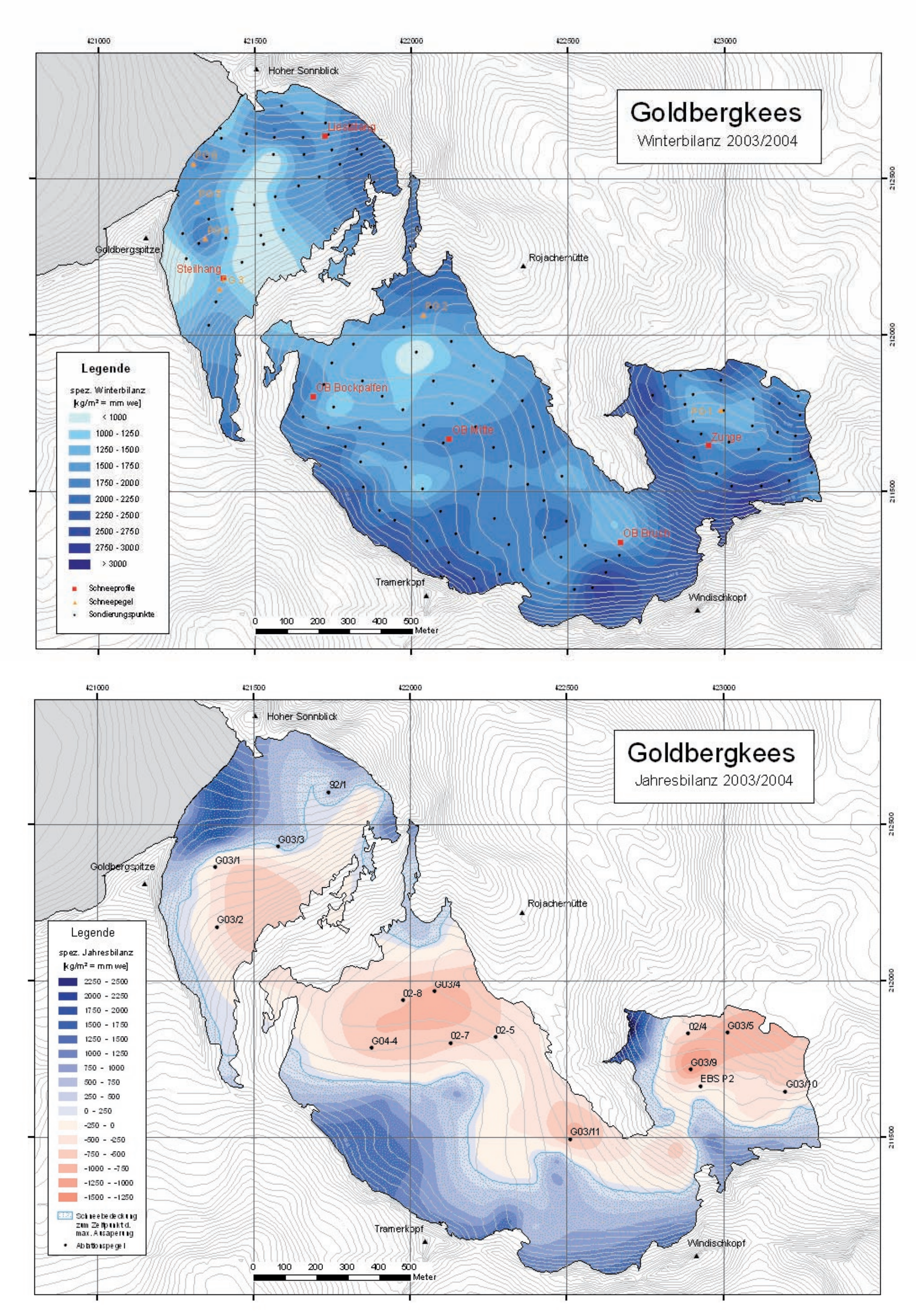


Abb. 35. Das Ergebnis von Feldmessungen und nachfolgender GIS-Analyse: Massenbilanzkarten des Goldbergkeeses aus dem Bilanzjahr 2003/04. Oben: Winterbilanz, unten: Jahresbilanz. Quelle: Hynek, 2008

lanz zu erarbeiten. Am Ende der Wintersaison, in der Gletscherregion Anfang Mai, wenn hier die höchsten Schneehöhen erreicht sind, wird in zahlreichen über die Gletscherflächen verteilten Schneeschächten Schneedichte, Schneetemperatur und Schneetiefe gemessen. Dieses Messnetz wird durch zusätzliche Schneesondierungen mit Lawinensonden oder auch mit einem Radarschlitten, der über die Oberfläche gezogen wird, verdichtet, und schließlich werden daraus flächendeckende Karten der Winterbilanz konstruiert. Am Schluss der Sommersaison, wenn gegen Ende September typischerweise die maximale Ausaperung der Gletscher erreicht ist, wird an vielen 6 bis 10m ins Eis gebohrten „Ablationspegeln" die Abschmelzung gegenüber dem Pegelstand ein Jahr zuvor gemessen. Oberhalb der „Gleichgewichtslinie" des Gletschers, an der sich Winterakkumulation und Abschmelzung die Waage halten, wird der verbleibende „Firnrest" wie im Winter in Schneeschächten vermessen. So entstehen Karten der Jahresbilanz, von denen in Abb. 35 zwei Beispiele zu sehen sind. Sie werden für die drei Hauptgletscher der Region regelmäßig in den Jahresberichten des Sonnblickvereins veröffentlicht (Hynek 2008 und Vorjahre).

Die in der unteren Karte in rötliche Töne eingefärbten Gletscherteile bilanzierten in diesem Jahr negativ, die blauen positiv – insgesamt war dieses Haushaltsjahr ein leicht positives – der Gletscher hatte an Masse gewonnen. Das hatte sich allerdings nicht bis zu seinem Zungenende „durchgesprochen". Dort, in einer „rosa Zone" mit rund 1m vertikalem Abschmelzen, sorgte der Eisnachschub für einen Ausgleich, weshalb in diesem positiven Haushaltsjahr auch ein schwacher Vorstoß von 0,9m am Zungenende gemessen wurde. Dass dies für die letzten Jahrzehnte des beginnenden anthropogenen Klimawandels für die Gletscher der Region (und auch für die Mehrzahl der Gletscher der Alpen) eine Ausnahme war, zeigen die Zeitreihen der Massenbilanzen von Wurtenkees und Goldbergkees in Abb. 36. Nur fünf der 20 vorliegenden Bilanzjahre für das Goldbergkees waren positiv, von den 26 des Wurtenkeeses bilanzierte nur eines schwach positiv, alle anderen negativ.

Zwei für den Zusammenhang Klima-Gletscher wichtige Hinweise kann man den bisherigen Ergebnissen des Massenbilanz-Monitorings im Sonnblickgebiet entnehmen: Zum Einen den offenbar geringen Zusammenhang zwischen der Winterbilanz (die

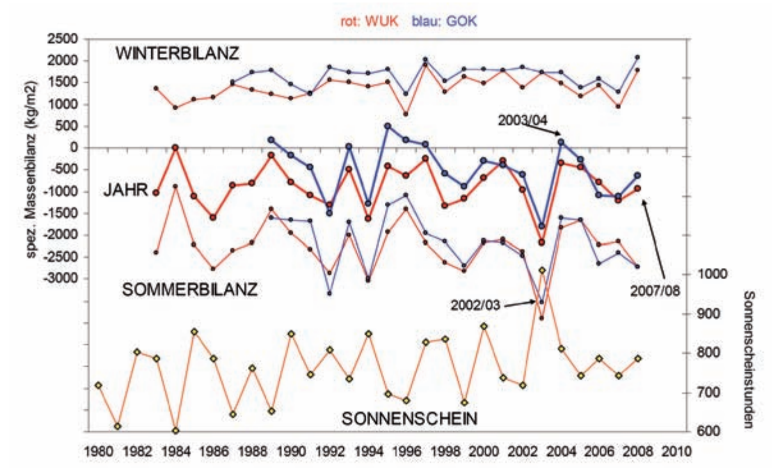


Abb. 36. Zeitreihen der Massenbilanzen für das Wurtenkees (rot, 1982-2008) und für das Goldbergkees (blau, 1988-2008). Oben: Winterbilanzen, unten: Sommerbilanzen, Mitte: Jahresbilanzen. In orange zum Vergleich die Sonnenscheindauer in der Ablationsperiode (Mai-September), gemessen auf dem Sonnblick

beiden dünnen Kurven oben im Bild) und der Jahresbilanz (die beiden dicken Linien in der Mitte), hingegen den sehr engen der Jahresbilanz mit der Sommerbilanz. Nur selten gelingt es einer außerordentlich starken Winterbilanz, wie im aktuellsten Haushaltsjahr 2007/08 die Wirkung einer wieder stärker zum negativen ausschlagenden Sommerbilanz zu dämpfen. Im Normalfall haben die sehr ausgeglichen verlaufenden Winterbilanzen kaum einen Einfluss auf die Gesamtbilanz eines Haushaltsjahres. Es ist also relativ unbedeutend, wie viel Winterschnee sich bis Anfang Mai auf den Gletschern angesammelt hat. Viel stärker wirkt sich sommerliches Schönwetter aus, wie man an dem Vergleich der unten in der Abbildung eingezeichneten Zeitreihe der Sonnenscheindauer in der Ablationsperiode (Mai bis September) mit den Sommerbilanzen sehen kann. Ein sonnenscheinreicher und niederschlagsarmer Sommer verursacht frühes und großflächiges Ausapern der Gletscher mit weniger reflektierendem Eis statt hochreflektierendem Schnee als Oberfläche. Dadurch kann die ohnehin schon überreich zur Verfügung stehende Sonnenstrahlung noch mehr zur Abschmelzung beitragen. Umgekehrt sorgen sonnenscheinarme Sommer, wie etwa der des Jahres 1984, sogar beim südorientierten Wurtenkees für eine positive Massenbilanz. Wir haben diesen Effekt bereits als selbstverstärkenden Mechanismus des Erdklimas in Kapitel A1 kennen gelernt. Statistisch bestätigt werden die steuernde Wirkung der Sommerwitterung auf das Gletscherverhalten und der geringe Einfluss des Winters durch die in Abb. 37 dargestellten Korrelationen.

Der Unterschied zwischen der engen Abhängigkeit der Jahresbilanz von der Sommerbilanz (rechts) und der kaum vorhandenen im Winter (links) ist augenscheinlich. Der Zusammenhang ist durch die in den Abbildungen vermerkten Größe R^2 bezifferbar, die „gemeinsame Varianz“ der beiden Größen. Sie nimmt den Wert 0 für überhaupt keinen Zusammenhang ein, was durch die ungerichtete blaue Punktwolke folgerichtig den sehr nahe an Null liegenden Wert ergibt. Für einen engen Zusammenhang steht die nahe entlang einer ansteigenden Geraden angeordnete rote Punktwolke mit R^2 = 0,78, die schon nahe dem Höchstwert von 1,0 liegt. Anders ausgedrückt erklärt die Sommerbilanz 78% der Jahresbilanz. Dass 78% natürlich auch noch ein gewisses Stück von einem 100%igen Zusammenhang entfernt sind, zeigt, dass auch noch andere Faktoren wirksam sind – sonst müssten die roten Punkte exakt auf einer Geraden liegen.

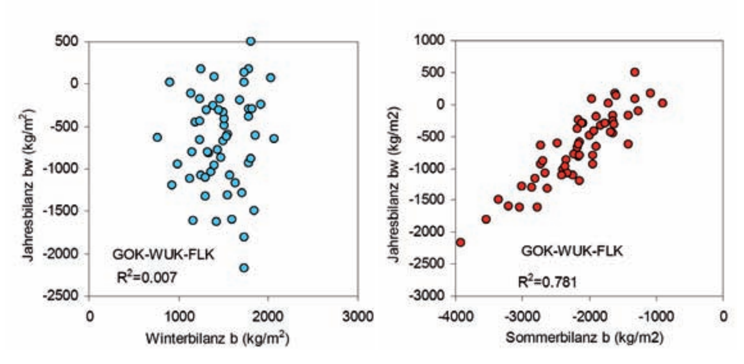


Abb. 37. Die Abhängigkeit der Jahresbilanz der drei Hauptgletscher des Sonnblickgebietes von der Winterbilanz (links) und von der Sommerbilanz (rechts). Stichprobe: 56 Bilanzjahre von Goldbergkees, Wurtenkees und Kleinfleißkees in den Jahren 1982-2008

Der Rückgang der Gletscher wird oft als „Beweis“ des tatsächlich vorhandenen Klimawandels angeführt. Wie wir gesehen haben, ist

das zwar im Grund richtig, muss jedoch differenziert gesehen werden. Genau genommen bringen sie diesen Beweis nur für die Sommersaison, und auch hier ist der physikalische Zusammenhang eher über den stärksten Teil der Energiebilanz, die Einstrahlung von der Sonne gegeben. Nur wegen des wiederum engen Zusammenhanges der sommerlichen Einstrahlung mit der Sommertemperatur können Gletscher auch als indirekte Klimazeugen für Temperaturänderungen angesehen werden. Da vor allem im Alpengebiet in den letzten Jahrzehnten zusätzlich zur globalen Erwärmung auch eine deutliche Zunahme der Sonnenscheindauer stattgefunden hat (Auer et al. 2007, Auer et al. 2009), war hier der Gletscherrückgang vergleichsweise besonders stark. Ob das auch im künftigen Klima so bleiben wird, in dem wir ja eine Erwärmung durch die Verminderung der Ausstrahlung der Erde durch den Treibhauseffekt erwarten, ist nicht selbstverständlich. Es wird jedoch sicher nicht auf einen neuerlichen globalen Gletschervorstoß hinaus laufen – doch davon später mehr, bei der Skizzierung der möglichen Klimazukunft (Kapitel A6).

Die praktische Bedeutung der Gletscher

Neben dem rein wissenschaftlichen Interesse an den Gletschern und ihrem Symbolgehalt als sichtbare Zeichen der Auswirkungen des wandelbaren Klimas besitzt das Eis des Hochgebirges auch praktische Bedeutung für das Leben und Wirtschaften in der Zweitälerregion. Zum Einen wirken sich die Gletscher auf die Wasserführung der Flüsse aus, in der Region wird außerdem der die Zeitdauer der Schneedecke verlängernde Einfluss des Gletschereises auf dem Gletscherskigebiet in Flattach genutzt und nicht zuletzt besitzt der ästhetische Reiz der Gletscher seine Bedeutung als Tourismusmagnet.

Gletscherspende und Wasserführung

Den vergletscherten Bergregionen wird im Allgemeinen eine ausgleichende Wirkung auf den Jahresgang des Abflusses zugeschrieben. Unter „Gletscherspende" versteht man die Wassermenge, die die Gletscher, wenn sie über das Jahr negativ bilanzieren, zusätzlich zum Niederschlag dem Abfluss beisteuern. In trockenen Klimazonen der Erde kann diese zusätzliche Wasserquelle eminente Bedeutung besitzen, da das Schmelzwasser gerade dann geliefert wird, wenn es sonnig und niederschlagsfrei ist. In einem Gebirge wie den Alpen wird dieser Effekt im Allgemeinen überschätzt. In Abb. 24 wurde bereits gezeigt, dass in den Zentralalpen gerade in den Sommermonaten, in denen die Gletscher zusätzliches Wasser liefern können, mengenmäßig ohnehin der meiste Niederschlag fällt. Darüber hinaus sind die vergletscherten Flächen klein in Relation zu den unvergletscherten Teilen des Einzugsgebietes der Flüsse und sogar der Bergbäche. Oft wird fälschlicherweise die Schneeschmelze mit der Gletscherspende verwechselt oder gleichgestellt. Diese spielt eine sehr große Rolle im Frühling und im Frühsommer, entzieht jedoch im Winter, der in den Zentral- und Nordalpen niederschlagsarm ist, noch weiter an Wasser.

Im Zweitälergebiet kann man die Effekte der Gletscherspende auf die Wasserführung jeweils für zwei stark vergletscherte Pegelstandorte vor den Gletscherzungen von Goldbergkees und Wurtenkees und für zwei weiter flussabwärts gelegene Pegel mit viel größerem

Einzugsgebiet mit Zahlen belegen. Wie es sich mit der Gletscherspende hier nördlich und südlich des Alpenhauptkammes verhält, zeigen die Beispiele in Tab. 1 zurück bis ins 19. Jahrhundert.

Im Norden der Zweitälerregion überdeckt das Einzugsgebiet der Rauriser und der Seidelwinkel Achen vor dem Pegel Rauris 242 km^2. Hier leistete in der Vergangenheit der letzten 135 Jahre (für die es Massenbilanzdaten aus Kartenvergleichen gibt) die Gletscherspende lediglich einen maximal 1,7-prozentigen Zuschuss zum Gesamtniederschlag. Das erklärt sich aus der simplen Tatsache, dass selbst hier in den Zentralalpen die Vergletscherung nur 6,2% (Ende des 19. Jahrhunderts) bis 2,9% (Ende des 20. Jahrhunderts) betrug. In den „guten Gletscherjahren" vor 1980 bauten die Gletscher Masse auf, was sogar für eine Verminderung des Abflusses sorgte – also eine negative Gletscherspende.
Stärker ist der Beitrag eines Gletschers im Fall des nur 5,9 km^2 großen natürlichen Einzugsgebiets des Pegels-Goldbergkees. Hier betrug die Vergletscherung im späten 19. Jahrhundert noch 45%, ist aber bis Ende des 20. Jahrhunderts auf 29% zurückgegangen. Die maximale Gletscherspende betrug in den starken Rückzugsjahren der 1930er bis 1940er Jahren 11,5%. In den aktuellen Jahren des noch stärkeren Gletscherrückganges bewirken die bereits stark reduzierten Gletscherflächen auch bereits einen Rückgang der Gletscherspende auf 10%.

Tab. 1. Mittlere Gletscherflächen und Gletscherspenden (absolut und relativ) für je zwei Einzugsgebiete in den Gemeinden Rauris und Flattach und für verschiedene Zeitabschnitte von 1871 bis 1998. Abgeleitet aus der rekonstruierten Massenbilanzreihen des Goldbergkeeses und des Wurtenkeeses, aus der historischen Entwicklung der Gletscherflächen (Kapitel 4.2) und der Niederschläge (HISTALP) sowie den räumlichen Niederschlagsverteilungen der Sonnblick-Klimatographie (Auer et al., 2002)

HOHE TAUERN NORD			
Einzugsgebiet	242,2 km^2		
	VGL	GL-SP	GL-SP
	%	mm	%
1871-1909	6,2	17,9	1,1
1909-1931	5,2	6,5	0,4
1931-1953	4,6	29,4	1,7
1953-1969	3,9	5,5	0,3
1969-1979	3,5	-12,6	-0,7
1979-1998	2,9	20,3	1,2

HOHE TAUERN SÜD			
Einzugsgebiet	141,4 km^2		
	VGL	GL-SP	GL-SP
	%	mm	%
1890-1920	4,5	12,1	0,9
1920-1951	4,1	25,5	1,8
1951-1984	3,1	16,1	1,2
1985-2005	2,1	14,7	1,1

GOLDBERGKEES			
Einzugsgebiet	5,9 km^2		
	VGL	GL-SP	GL-SP
	%	mm	%
1871-1909	44,9	129,2	6,6
1909-1931	40,4	50,9	2,6
1931-1953	35,2	224,8	11,5
1953-1969	29,9	43,1	2,2
1969-1979	30,5	-109,9	-5,6
1979-1998	28,8	205,1	10,5

HOCHWURTEN			
Einzugsgebiet	5,6 km^2		
	VGL	GL-SP	GL-SP
	%	mm	%
1890-1920	60,1	161,1	8,5
1920-1951	51,2	318,4	16,8
1951-1984	41,3	214,9	11,3
1985-2005	26,9	188,5	9,9

VGL…vergletscherte Fläche in Prozent der Fläche des Einzugsgebietes
GL-SP…Gletscherspende in mm bzw. in % des Niederschlages im Einzugsgebiet

Im Süden überdecken die drei vergletscherten Einzugsgebiete zwischen Alpenhauptkamm und der Möll zwischen den Mündungen der Fleißbäche, der Zirknitz und des Fragantbaches 141 km². In diesem Gebiet leistet die Gletscherspende lediglich einen 1- bis 2-prozentigen Zuschuss zum Gesamtniederschlag, da hier die Vergletscherung Anfang des 20. Jahrhunderts lediglich 4,5% betrug und bis zum Ende des 20. Jahrhunderts auf 2,1% zurückging. Stärker ist die Gletscherspende wiederum im Fall des nur 5,6 km² großen natürlichen Einzugsgebiets des Speichers Hochwurten. Hier betrug die Gletscherfläche zu Beginn des 20. Jahrhunderts immerhin noch 60%, ist aber bis Ende des 20.Jahrhunderts auf 27% zurückgegangen. Die maximale Gletscherspende betrug in den starken Rückzugsjahren der 1920er bis 1940er Jahren 17%. In den aktuellen Jahren des noch stärkeren Gletscherrückganges bewirken die bereits stark reduzierten Gletscherflächen auch bereits einen Rückgang der Gletscherspende auf 10%.

Über das Jahr gerechnet ist also der Beitrag der Gletscher zur Wasserführung selbst in der alpinen Zweitälerregion gering. Die oft zitierte „Süßwasserreserve" des Gletschereises für ganz Österreich kann durch folgende Zahlenbeispiele verdeutlicht werden. Das gesamte Volumen der Gletscher in Österreich kann man mit grob 20km³ (Wasseräquivalent) abschätzen (Kuhn 2008). Stellt man sich vor, dass man alle Gletscher in Österreich auf einmal abschmelzen lässt und diese Wassermenge gleichmäßig über die gesamte Landesfläche verteilt, ergäbe das eine Wasserhöhe von rund 200 mm. Vergleicht man das mit der durchschnittlichen Niederschlagsmenge pro Jahr in Österreich (1100mm), dann sieht man, dass der in den Gletschern gespeicherte Süßwasservorrat vergleichsweise gering ist. Das Abschmelzen aller Gletscher auf einmal ist natürlich unrealistisch. In der realen Welt kann man mit jährlichen Gletscherspenden von 1000 mm (im Durchschnitt des Klimas der 1990er und 2000er Jahre) bis im Extremfall 2000mm Wasseräquivalent rechnen (das Extremjahr 2003). Bei rund 500 km² vergletscherter Fläche sind das also, umgelegt auf die Gesamtfläche Österreichs, grob geschätzt 10mm Beitrag im Extremjahr 2003, 5mm im Normaljahr, also schwach ein halbes Prozent Gletscherspende zum Normalabfluss der Österreichischen Flüsse. Führen wir nun unsere Milchmädchenrechnung für den Extremfall des Sommers 2003 durch. Wir kommen bei damals 75% des Normalniederschlages und rund 40% Sommeranteil am Gesamtniederschlag in Österreich, im Sommer 2003 auf etwa 330mm Sommer-Niederschlag im Österreich-Durchschnitt. Die Gletscherspende aller österreichischen Gletscher, die wir der Einfachheit halber auch ganz auf den Sommer verlegen wollen, (Sommer bedeutet bei uns Klimatologen Juni bis August) von damals 10mm sind dann auch in diesem Extremsommer nur 3% des Gesamtniederschlages auf Österreich.

Man muss schon ganz hinauf in stark vergletscherte kleine Einzugsgebiete in den Hochalpen gehen oder Trockenperioden betrachten, um zu nennenswerten Anteilen der Gletscherspende am Abfluss zu kommen. Dann kann der Beitrag der Gletscher zur Wasserführung der Bäche und Flüsse recht bedeutend sein. Es sind jedoch nicht die Hochwässer, auf die die Gletscher einen starken Einfluss haben, sondern ganz im Gegenteil, es ist ihr Einfluss auf das Niedrigwasser. Dieser Einfluss ist in Abb. 38 für das Goldbergkees im Extremsommer 2003 zu sehen. 2003 war der August besonders trocken und überdurchschnittlich heiß. Der fehlende Niederschlag führte zum starken Absinken der Pegelstände

der Bäche und Flüsse in den Alpen, da zu diesem Zeitpunkt auch die Schneedecke in den Hochregionen der Alpen bereits völlig abgebaut war. Die Gletscher konnten diesen Wassermangel zum Teil wettmachen, da gerade zu den Zeiten mit Trockenheit und hohen Temperaturen (und auch hohen Beiträgen aus der kurzwelligen Strahlung) die Schmelze der Gletscher besonders intensiv war.

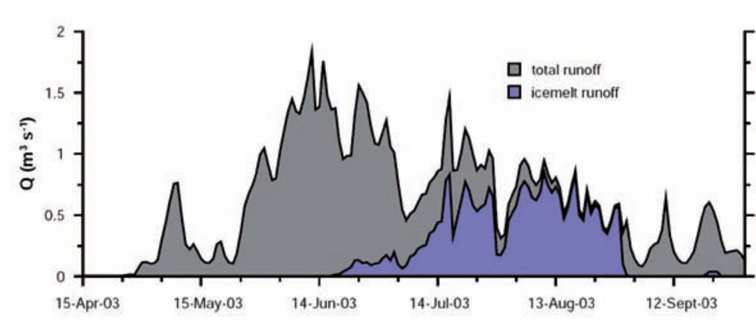


Abb. 38. Tägliche Abflussmengen (in m³ pro Sekunde) der Pegelmessstelle Goldbergkees. Grau hinterlegt ist der gesamte Abfluss, blau hinterlegt ist die Eisschmelze. Im Mai und Juni ist das Abschmelzmaximum des Schnees zu erkennen, August 2003 war der Anteil der Eisschmelze nahe 100%. Quelle: G. Koboltschnig, 2007

Gletscher und Tourismus

In der Zweitälerregion besitzen die Gletscher unterschiedliche Bedeutung für den Tourismus. In Rauris sind sie sozusagen das Tüpfelchen auf dem „I" der Landschaft des Nationalparks. Obwohl auch in dieser Hinsicht oft die Schneefelder, die in der Gletscherregion noch bis in den Juni und Juli hinein für einen optischen Kontrast zum Grün der Wälder und Almen sorgen, mit den eigentlichen Gletscherflächen verwechselt werden, ist gerade aus der Nähe betrachtet das Gletschereis ein eindrucksvolles Landschaftselement (Abb. 29-31). Deren Fehlen wird zwar in unvergletscherten Bergregionen wie etwa den Niederen Tauern kaum bemerkt. Dort hat nach dem bereits Jahrtausende zurückliegenden Verschwinden der Gletscher bereits eine Pflanzendecke die Narben des Gletscherrückzuges nach der letzten Eiszeit bedeckt. Gerade die recht öden Schuttlandschaften der Gletscherrückzugsgebiete der Hohen Tauern hingegen sprechen unser Schönheitsempfinden wenig an, und es wird noch sehr lange dauern, bis auch hier wieder „Gras wächst" über die Block- und Schuttlandschaften. Die 150 Jahre seit dem Maximalstand der Gletscher um 1850 haben jedenfalls dafür noch nicht ausgereicht.

Eine ganz andere Rolle spielt die Vergletscherung im Tourismusangebot von Flattach. Hier wird ein Teil des Wurtenkeeses als „Mölltaler Gletscherschigebiet" genutzt. Wie immer man emotional zum Gletscherschilauf stehen mag, besitzt er zweifellos gerade im Fall Flattachs eine eminente wirtschaftliche Bedeutung, auf die in Kapitel C noch näher eingegangen wird. Dabei ist es ist nicht nur die große Seehöhe, die Vorteile für ein Schigebiet auf einem Gletscher bringt. Zum einen wirkt das zäh aber doch plastisch fließende Eis ausgleichend auf Unebenheiten der Landschaft, was von Vorteil bei der maschinellen Pistenpräparierung ist. Gerade das spaltenarme Wurtenkees bietet eine sehr glatte und regelmäßige Oberfläche.

Es sind jedoch zusätzlich einige physikalische Eigenschaften des Eises, die insgesamt vorteilhaft für die Ausbildung und die Andauer einer Schneedecke auf einem Gletscher

im Vergleich zu einer aperen Oberfläche sind. Die Oberfläche des Eises kann sich prinzipiell nicht über Null Grad C erwärmen. Alle Energie, auch an einem sonnenscheinreichen Tag, muss zunächst für das Schmelzen des Eises aufgewendet werden. Und das sind gehörige Energiemengen. Wollen wir etwa ein kg Eis von -1°C auf 0°C erwärmen, benötigen wir dazu eine Energie von 4,2 kJ (kilojoule). Bei weiterer Energiezufuhr, beispielsweise an einem schönen Sommertag, steigt aber die Temperatur des Eises zunächst nicht weiter an. Es muss erst die 80-fache Energiemenge zum Schmelzen des Eises benutzt werden. Erst wenn das erledigt ist, braucht man wieder lediglich 4,2 kJ um 1kg des nun flüssigen Wassers von 0° auf 1°C zu erwärmen. Auch ein sehr sommerlicher Schönwettertag reicht hier in den Hohen Tauern nicht aus, um flächig 1kg Eis pro dm^2 Gletscherfläche abzuschmelzen. Solange es eine Eisdecke unter der Schipiste gibt, wird durch diese nicht nur die Sonnenenergie von oben, sondern auch der Wärmestrom aus dem Erdinneren von unten abgepuffert. Das alles führt zu einer Verlängerung der Schneedeckendauer auf einem Gletscher, egal ob der Schnee natürlich oder durch Schneekanonen auf die Oberfläche auftrifft. Die schon in A1 beschriebene „Albedorückkopplung" hingegen wirkt ganz besonders für Schneeflächen und ist damit nur indirekt der Existenz eines Gletschers zuzurechnen. Gletschereis selbst unterscheidet sich in seiner Albedo (der Stärke der Reflexion der Sonnenstrahlung) viel weniger von der aperen Umgebung, Schnee hingegen sehr stark.

Wie lange noch die beschriebenen Vorteile des Vorhandenseins von Gletschern in der Zweitälerregion zum Tragen kommen werden, wird die Zukunft zeigen. Zweifellos wird der Gletscherrückgang in der Region unter den gegebenen Umständen des anthropogenen Klimawandels weitergehen. Eine Abschätzung der Zukunftsaussichten der Gletscher wird in Kapitel A6 versucht.

A5. Leben mit Wetterextremen – Unwetter, Hitze, Sturm

Unwetter

1992 gedachte Flattach mit der Veranstaltung „25 Jahre Kurierdorf" des Wiederaufbaus jenes Ortsteiles, der durch die Unwetterkatastrophe vom 16. bis 19. August 1966 komplett zerstört wurde. Damals fielen im Raum Flattach an die 200 Liter Niederschlag pro Quadratmeter, etwa doppelt so viel wie die durchschnittliche Niederschlagsmenge im August. Im Wollinitzgraben lösten sich Erd- und Gesteinsmassen von über einer halben Million Kubikmeter. Diese Mure stürzte über das steile Bachgerinne und verschüttete im Ortsteil Kleindorf elf Häuser. Vierundzwanzig Menschen waren plötzlich obdachlos, drei Menschen fanden den Tod. Die Abflussspitzen, gemessen in Möllbrücke, kurz vor der Einmündung der Möll in die Drau, übertrafen mit etwa 600 m^3/s alle bis dahin im 20. Jahrhundert gemessenen Werte. Der Wasserstand des Fragantbaches betrug am 17. August bei der Messstelle Außerfragant 383 cm.

Erstaunlich schnell konnte mit dem Wiederaufbau begonnen werden. Der Kurier hatte zu einer Spendenaktion aufgerufen. Initiator war der Redakteur Franz Traintinger, der fest an einen Wiederaufbau des zerstörten Ortsteiles glaubte. Er war überzeugt, mit Hilfe der

„Kurierfamilie“ kann der Wiederaufbau gelingen. Und er hat Recht behalten. Schon im Oktober erfolgte der Spatenstich, und 2007 jährte sich die Fertigstellung von „Kurierdorf“ zum 40sten mal. Zeitzeugen erinnern sich an das Inferno und berichten.

Das Hochwasser vom August 1966 ist eines von mehreren, die das Mölltal in Serie heimsuchten. Dazu zählen das Hochwasser im September 1965 und im November 1966. Auch in Rauris gingen in den beiden Jahren schwere Regengüsse nieder. Zwischen Juni und September 1965 fielen hier an die 950 mm Niederschlag; über Schäden wurde mehrfach berichtet. Im November 1966 wurde die bisher höchste 24stündige Tagesniederschlagssumme mit 94 mm verzeichnet.

Wie verschiedenen Chroniken (z.B. Demoser 2000, Knees 1974, Lahnsteiner und Lahnsteiner 1980, Lauscher 1986, Pfarramt Rauris) zu entnehmen ist, waren beide Täler immer wieder Wetterunbilden ausgesetzt, manche sind den Bewohnern und Bewohnerinnen in der Erinnerung verhaftet geblieben (Kirchengast 2007). Eine weitere Quelle zur Auffindung von Wetterextremen sind unsere Klimadaten. Der Vorteil dieser kontinuierlichen Messungen ist, dass sich Zu- oder Abnahme von Extremereignissen objektiv analysieren lassen. Nachteil ist, dass es sich dabei um Punktmessungen handelt. Dabei kann es sehr leicht passieren, dass aufgrund der (räumlichen) Kleinheit nicht jedes Extremereignis als solches fassbar ist. Die Niederschlagszeitreihen in täglicher Auflösung sind außerdem nicht immer in der Lage, die wahren maximalen Intensitäten wiederzugeben. Sie liefern gute Maßzahlen für ausgeprägte Landregen, unterschätzen bei kurzfristigen, intensiven Gewitterstarkregen aber oft die Intensität. Es macht eben einen Unterschied, ob eine Tagessumme von 20 mm innerhalb von 24 Stunden oder 20 Minuten fällt.

Es handelt sich also bei Klimamessreihen und Chroniken um unabhängige Quellen, die uns über Wetterkatastrophen Auskunft geben. Eine dritte Quelle liefern die Oral History Interviews, die im Rahmen des Zwei-Täler Projektes (Kirchengast 2007) geführt wurden. Das Augusthochwasser 1966 ist in Flattach im Gedächtnis der Bewohner und Bewohnerinnen fest verankert. Wer es nicht selbst erlebt hat, kennt es aus Erzählungen, und nicht zuletzt erinnern Gedenkstein, der Ortsteil Kurierdorf oder der Franz Traintingerweg an das vergangene Geschehnis (Abb. 39)





Abb. 39. Gedenkstein an die Hochwasserkatastrophe vom August 1966 (links). Der Name Kurierstraße erinnert an die vom Kurier organisierte Spendenaktion zum Wiederaufbau: Foto. R. Böhm, Jänner 2007.

Flattach

Wie die Chronik berichtet, war *am Quatembersonntage im September 1840 die Möll durch die Wassermassen des Fragant- und Malnitzbaches derart angeschwollen, daß sie zwischen dem Markte* (gemeint ist Obervellach) *und Stallhofen die ganze Talsohle einnahm (*Demoser, 2000 aus der Gedenkschrift des Dechants und Pfarrers David Pacher vom 25. Juni 1875). In der monatlichen Niederschlagsreihe erscheint der September 1840 mit einer Monatssumme von etwas mehr als 100mm als eher unauffällig. Hingegen zählt das Ereignis Allerheiligen 1851 zu jenen, die sogar in den Monatsdaten sichtbar werden; denn im November 1851 fiel im Raum Flattach 220mm Niederschlag, was mehr als das zweieinhalbfache der mittleren monatlichen November Niederschlagssumme entspricht. Aufzeichnungen über Schäden durch Vermurungen durch den Klausenkofelbach entnehmen wir wiederum Demoser 2000. *Die Gies vom Jahre 1851 zu Allerheiligen war großartig……..die Möll war damals so groß, dass sie den ganzen Thalboden bis Stallhofen bedeckte* (Demoser, 2000 aus Leopold Wenger, Gedenkschrift vom 28. Juli 1875). *Heuer* (am 19. und 20. Juni 1875) *wälzte die Möll ihre Fluten wieder über die Krautgärten, anliegende Wiesen und Weiden und hat viel Futter verdorben, fortgeschwemmt oder mit Schlammletten bedeckt. Der k.k. Statthalter für Kärnten, Seine Excellenz Graf Kaspar von Lodron wollte von Gmünd kommend durch das Möllthal nach Heil. Blut reisen, war aber gezwungen, hier umzukehren, denn von Fragant an ist die Communikation durch das Thal aufwärts vielfach unterbrochen (*Demoser 2000, aus der Gedenkschrift des Dechants und Pfarrers David Pacher vom 25. Juni 1875) .

Diese drei Beispiele belegen, dass die Unwetter des 19. Jahrhunderts jenen des 20. Jahrhunderts um nichts nachstehen. Wir wissen aber nicht, ob die Ereignisse lückenlos dokumentiert sind. Ähnliches gilt auch für Niederschlagszeitreihen. Oft ist es nicht einfach zu entscheiden, ob an einem bestimmten Tag kein Niederschlag fiel, oder ob der Beobachter einfach nur vergessen hat, ihn zu notieren. Es war uns daher ein Anliegen, eine intensive Qualitätsprüfung an der mit 1896 beginnenden Niederschlagsreihe Flattach-Kleindorf durchzuführen, Standortewechsel im Ortsgebiet wurden mit Hilfe einfacher Homogenisierungsprozeduren (Auer et al. 2001, Vincent et al. 2002, Brunetti et al. 2006) für die Klimaanalyse verwertbar gemacht.

Das 20. Jahrhundert: Eine Niederschlagsperiode zwischen 10. und 16. September 1903 ließ den Wasserstand der Möll ansteigen, wodurch große Flurschäden entstanden. Außerfragant war teilweise vermurt, die Mölltaler Straße zerstört. Schäden auch in Kleindorf. Zwischen 11. und 15. September 1903 fielen im Raum Flattach an die 190 Liter/m^2 Niederschlag, davon 109 Liter/m^2 allein am 13. Der Wasserstand der Möll an der 1894 errichteten Pegelstation im nahe gelegenen Obervellach stieg über Nacht von 39 auf 196 cm (Abb. 40).

Mit nahezu 1300 mm zählt das Jahr 1935 zu den niederschlagsreichsten im 20. Jahrhundert. Mehrmals überschritten die Tagesniederschlagssummen die 50mm Marke, und es kam zu Vermurungen und Überschwemmungen durch Fraganterbach und im Reisgraben. Verstärkt durch Schneeschmelze in den höheren Lagen führte die Möll im November wieder Hochwasser. Am 28. September 1942 überschwemmte die Möll großflächig das Umland, nachdem während einer Niederschlagsepisode ab 26. September mehr als 100 mm Niederschlag gefallen waren.

Die Hochwasserkatastrophe vom 1.- 3. September 1965 mit Schwerpunkt in Osttirol und Oberkärnten war das erste der drei in Serie negativ berühmt gewordenen Ereignisse. Auch Flattach blieb nicht verschont, Möll und Fraganterbach traten über die Ufer. Die gefallene Niederschlagssumme beläuft sich allein in Flattach auf mehr als 150 mm, hinzu kam noch Schneeschmelze aus der Dreitausenderregion, da die Schneegrenze auf 3.500m angestiegen war. Nach dem August 1966 verursachte die dritte Hochwasserkatastrophe, nämlich die vom 3./4.11.1966 im Möllgebiet weitere umfangreiche Schäden. Die Niederschlagsmengen im Raum Flattach erreichten an die 190 Liter/m^2.

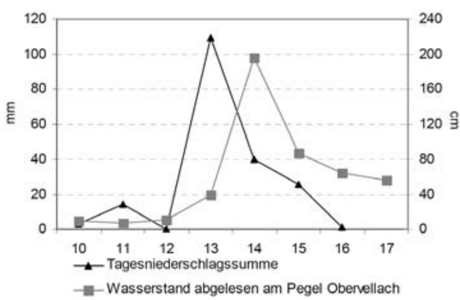


Abb. 40. Tägliche Niederschlagsmengen (mm) in Flattach (linke Achse) und Wasserstand der Möll (cm) beim Pegel Obervellach im September 1903 (rechte Achse).

Seit dieser Zeit gab es keine Hochwässer, die zu so großen Schäden im Ortsgebiet von Flattach führten, denn bereits im Jahr 1968 wurde für den Flusslauf der Möll ein Regulierungsentwurf erstellt, 1986 ein schutzwasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept fertig gestellt. Kleinräumige, lokale Unwetterereignisse konnten jedoch nach wie vor Vermurungen und Hangrutschungen auslösen, wie etwa die Vermurungen in Innerfragant im Oktober 1970, oder die Überschwemmungen des Fraganterbaches im März 1982, aufgezeichnet im Archiv der Wildbach- und Lawinenverbauung.

Nun aber zu den Niederschlagszeitreihen selbst. Wie lassen sich Extreme definieren? Ist es eine Jahressumme, die weit über dem üblichen Durchschnitt liegt, ist es ein extremer Tageswert, sind es viele Tage mit Niederschlag ohne einen herausragenden extremen Tageswert, sind es überdurchschnittlich lange niederschlagsfreie Zeiträume? Extreme (und deren Änderung) lassen sich über vielerlei Maßzahlen definieren, und es ist durchaus sinnvoll, anstelle eines einzelnen Extremwertes eine Zusammenschau verschiedener Extremindizes als Maß zu verwenden. Dies folgt auch einer Empfehlung der Weltmeteorologischen Organisation (Karl et al. 1999), die bereits einige solcher Maßzahlen (Climate Change Indices) definiert hat.

Für das Zwei-Täler Projekt haben wir zehn solcher Indizes berechnet, die sich auf tägliche Niederschlagsummen und -häufigkeiten stützen:

- ein einfaches Maß, die Niederschlagsintensität auszudrücken, ist die gefallene Niederschlagsmenge mit der Häufigkeit von Niederschlagstagen in Beziehung zu setzen (EII – einfacher Intensitätsindex).
- die Berechnung von maximalen Niederschlagssummen über einen bestimmten Zeitraum, neben der höchsten 24 Stunden Summe (RX1Tag) zum Beispiel die maximale Niederschlagssumme fünf aufeinanderfolgender Tage (RX5Tage).
- Häufigkeiten von Tagen, die eine bestimmte Niederschlagsmenge überschreiten, z.B über 10mm (R10mm), 20mm (R20mm), 25mm (R25mm) und so fort. Bewusst haben wir dabei den Grenzwert nicht extrem hoch gelegt und uns eher mit „mittelmäßigen" Extremen begnügt, damit eben ausreichend viele Fälle vorhanden sind.

- Weitere Maße beziehen sich auf Überschreitungen bestimmter Häufigkeitsklassen der mittleren Niederschlagsverteilung. Man bestimmt für eine Klimanormalperiode (die derzeit gültige ist die Periode 1961-1990) die Häufigkeitsverteilung der täglichen Niederschlagssummen und summiert dann für jedes einzelne Jahr die Menge von allen Tagen, an denen eine bestimmte Perzentilschwelle überschritten wurde, auf, wie etwa die Niederschlagssumme von allen Tagen, an denen das 95% oder das 99% Perzentil überschritten wurde (R95P, R99P).
- Schlussendlich wertet man noch die Dauer von Perioden aus, z.B die Länge von Trockenperioden oder die Länge von Niederschlagsperioden (aus dem Englischen: cdd = consecutive dry days und cwd = consecutive wet days). Hierbei wird eine Trockenperiode erst unterbrochen, wenn eine Tagesniederschlagssumme die 1mm Marke überschreitet. Sinngemäß ist für die Andauer einer Niederschlagsperiode ebenfalls eine Tagesniederschlagssumme von mindestens 1 mm erforderlich.

Die Maße EII, R10mm, R20mm und R25mm, R95P, R99P so wie die maximale Länge einer Trockenperiode und die maximale Länge einer Niederschlagsperiode sind für Flattach in Abb. 41 veranschaulicht. Wie bereits gezeigt wurde (Abbildung 25) hat in Flattach die Gesamtniederschlagsmenge im Laufe des 20. Jahrhunderts mit einer Abfolge von niederschlagsreicheren oder niederschlagsärmeren Perioden insgesamt abgenommen. Trägt man in einer Grafik parallel dazu den einfachen Intensitätsindex EII auf (Abb. 41a), stellt man eine verblüffende Parallelität zwischen Niederschlagssumme und Intensität fest, mit einer enormen Spannweite zwischen 6,4 mm/Niederschlagstag (1974) und 13,5 mm (1965), eine Tendenz einer Intensitätserhöhung der Niederschlagsereignisse ist jedoch nicht zu erkennen. Ganz im Gegenteil, ein Vergleich der Perioden 1901-1953 (1) und 1954-2006 (2) ergibt kürzere Wiederkehrzeiten von Periode 1 gegenüber Periode 2 (Jurkovic et al., 2007) für hohe EII-Werte. Gleichzeitig hat auch die Häufigkeit von Tagen mit extremen Tagesniederschlagsmengen (Abb. 41b, R10mm, R20mm) mit starker Kurzfristvariabilität eher abgenommen. Niederschlagsereignisse von 20mm wiederholen sich heute tendenziell weniger häufig als es noch zu Beginn des 20. Jahrhundert der Fall war. Es ist also seit Beginn des 20. Jahrhunderts in Flattach nicht nur die Niederschlagsmenge, sondern auch die Niederschlagsintensität und die Häufigkeit extremer Niederschläge geringer geworden. Das bedeutet aber auch, dass ein Anstieg der Lufttemperatur nicht notwendigerweise mit einem Anstieg der Niederschlagsintensität einhergehen muss. Für das 20. Jahrhundert wurden elf Tage gefunden, an welchen die 24stündigen Niederschlagssummen die 100 mm Grenze überschritten, darunter die bekannten Extremereignisse des Jahres 1966. Hauptsaison der extremen Niederschläge ist zweifellos August bis November, ähnlich einer mediterranen Niederschlagscharakteristik (vergleiche Abb. 24). Im Herbst ist auch ein Trend zu kürzeren Wiederkehrzeiten gegeben, somit das Risiko für stärkere Herbstniederschläge erhöht. Frühling, Sommer und Winter tendieren im Gegensatz dazu zu längeren Wiederkehrzeiten von RX1Tag. Dies gilt entsprechend auch für die maximalen fünftägigen Niederschlagssummen.

Zuletzt noch ein Blick auf Trockenperioden (Abb. 41d). Für die Trockenperioden zeigt sich eine tendenzielle Verlängerung, speziell für die extremen. Die längste Trockenperiode trat in Flattach im Winter 1966/1967 mit 66 Tagen auf, 2 Monate lang niederschlagsfrei

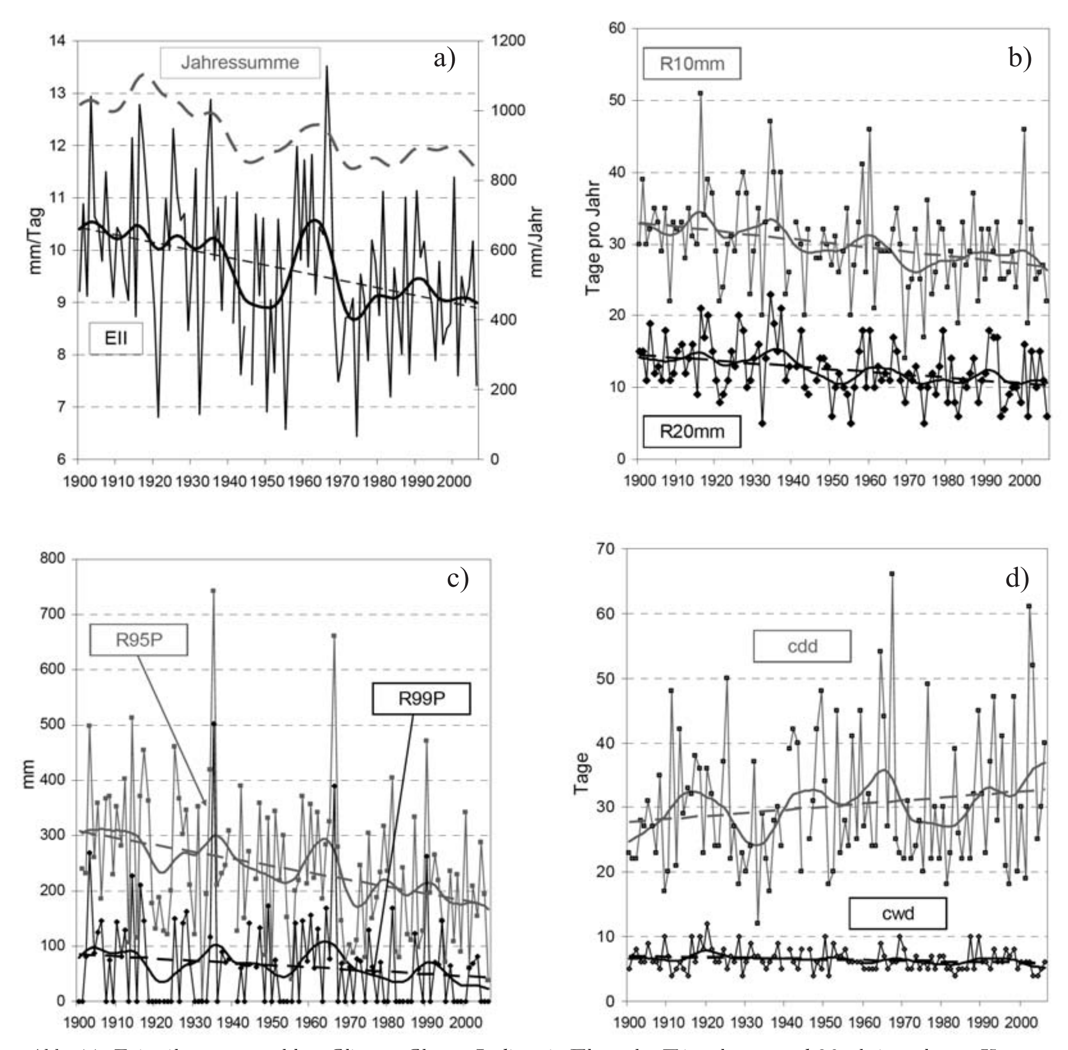


Abb. 41. Zeitreihen ausgewählter Climate Change Indizes in Flattach, Einzelwerte und 20jährig geglättete Kurvenverläufe und lineare Trends,
a) einfacher Intensitätsindex EII (Skalierung nach linker y-Achse) und Jahressumme des Niederschlages (strichliert, nur 20jährig geglättet, Skalierung nach rechter y-Achse),
b) R10mm, und R20mm,
c) R95P und R99P,
d) maximale Länge einer Trockenperiode(cdd) und maximale Länge einer Niederschlagsperiode (cwd).

war es auch im Winter 2001/2002. Ein Jahr später brachte der Frühling 2003 nicht weniger als 52 aufeinanderfolgende Trockentage mit sich, im Jahrhundertsommer 2003 selbst war der Raum Flattach weit weniger betroffen als andere Gebiete Mittel- und Westeuropas. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich die maximale Länge einer Trockenperiode um fünf Tage verlängert.

Rauris

Die ersten Unwetterereignisse, die uns bekannt wurden, stammen aus den 1560ern – Wolkenbrüche, die im Raum Wörth (damals Luggau) und dem Seidlwinkeltal große Zerstörungen anrichteten und an die 100 Todesopfer forderten. Zwischen 1649 und 1700 finden wir in unseren Quellen neben dem großen Unwetter von 1650 überwiegend Aufzeichnungen über Todesfälle durch Lawinenabgänge und Erfrierungen, und auch für das 18. Jahrhundert gilt, dass sich unsere Quellen auf Unglücke durch Lawinen, Kälte und Schneestürme konzentrieren.

Aus dem Jahr **1801** wird berichtet, *„dass die Knappen im Knappenhaus des Goldbergwerkes an der Nordflanke des Sonnblick sich wunderten, dass es nicht Tag werden wolle. Da merkten sie erst, dass über Nacht ihr Haus völlig zugeschneit worden war. Nach tagelangem Zuwarten, als die Verpflegung knapp wurde, krochen sie durch den Schornstein ins Freie. Zum Dank für ihre Errettung stifteten sie in der Kirche von Rauris zwei neun Meter lange Stangen als Symbol für die damalige Schneehöhe"* (Lauscher 1986). Ebenso müssen auch **1817** gewaltige Schneemengen über Rauris niedergegangen sein, wie den Quellen zu entnehmen ist. Das große Hochwasser vom Oktober **1882**, welches im Obervellacher Lesebuch (Demoser 2000), als großräumiges Ereignis in Südtirol, Kärnten und Krain beschrieben ist, hinterließ am 28. Oktober auch in Rauris Schäden. Tägliche Niederschlagsmesswerte sind im Jahrbuch der ZAMG mit bis zu 30mm in Rauris und bis zu 86mm an der Station Rathhausberg dokumentiert. Für das Jahr **1891** findet man in den Chroniken gleich drei Unwetterereignisse, nämlich für den 30. Juni, den 14. Juli und den 13. Oktober. Ein weiterer dokumentierter Bergsturz im Winter **1891** sowie Schäden im Jahr **1894** geben Zeugnis über eine Häufung von Extremereignissen in Rauris in den letzten beiden Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. Diese beiden Jahrzehnte fallen auch in die Zeit, in welcher es zu einer Erholung des Niederschlagsregimes kam – nach den beiden trokkenen Jahrzehnten nach 1850 – mit einem steigenden Niederschlagstrend der um 1910 sein Maximum erreichte.

In seiner Unwetterchronik des Pinzgaues bezeichnet F. Lauscher das Jahr **1903** als Katastrophenjahr für den oberen Pinzgau. Aber auch Rauris kam nicht ungeschoren davon, wie den historischen Quellen zu entnehmen ist, und auch **1904** und **1905** sowie zwischen **1911** und **1913** traten die Bäche von Rauris mehrmals über die Ufer. Am 13. Juni **1959** war die Straße Rauris – Bucheben durch einen Erdrutsch verlegt, nachdem am 12./13. 78mm Niederschlag gefallen waren. Die letzten schweren Hochwässer wurden auch in Rauris in den Jahren **1965** und **1966** registriert (Proske und Granica 2007), über lokale Überschwemmungen und Vermurungen wird immer wieder berichtet. Am 7. August **1970** traten Hüttwinklache und Krumlbach über die Ufer, und im August **1971** trat die Hüttwinklache gleich zweimal über die Ufer, weitere Vermurungen durch Hütt- und Gaisbach wurden für den 15. Juli gefunden. Am 16. August **1980** vermurten der Teufenbach und Lackenbach Ortsteile von Rauris, und Brücken wurden weggerissen. Große Schäden durch Überschwemmungen und verlegte Straßen, durch Vermurungen traten am 15. August **1998** auf.

Die Analyse der täglichen Niederschlagsmessungen (Abb. 42) in Rauris deutet – wie bereits in Flattach – auf eine Parallelität von Niederschlagsmenge und -intensität hin. Über das 20. Jahrhundert hinweg dominiert eine starke Variabilität der Niederschlagsintensität mit

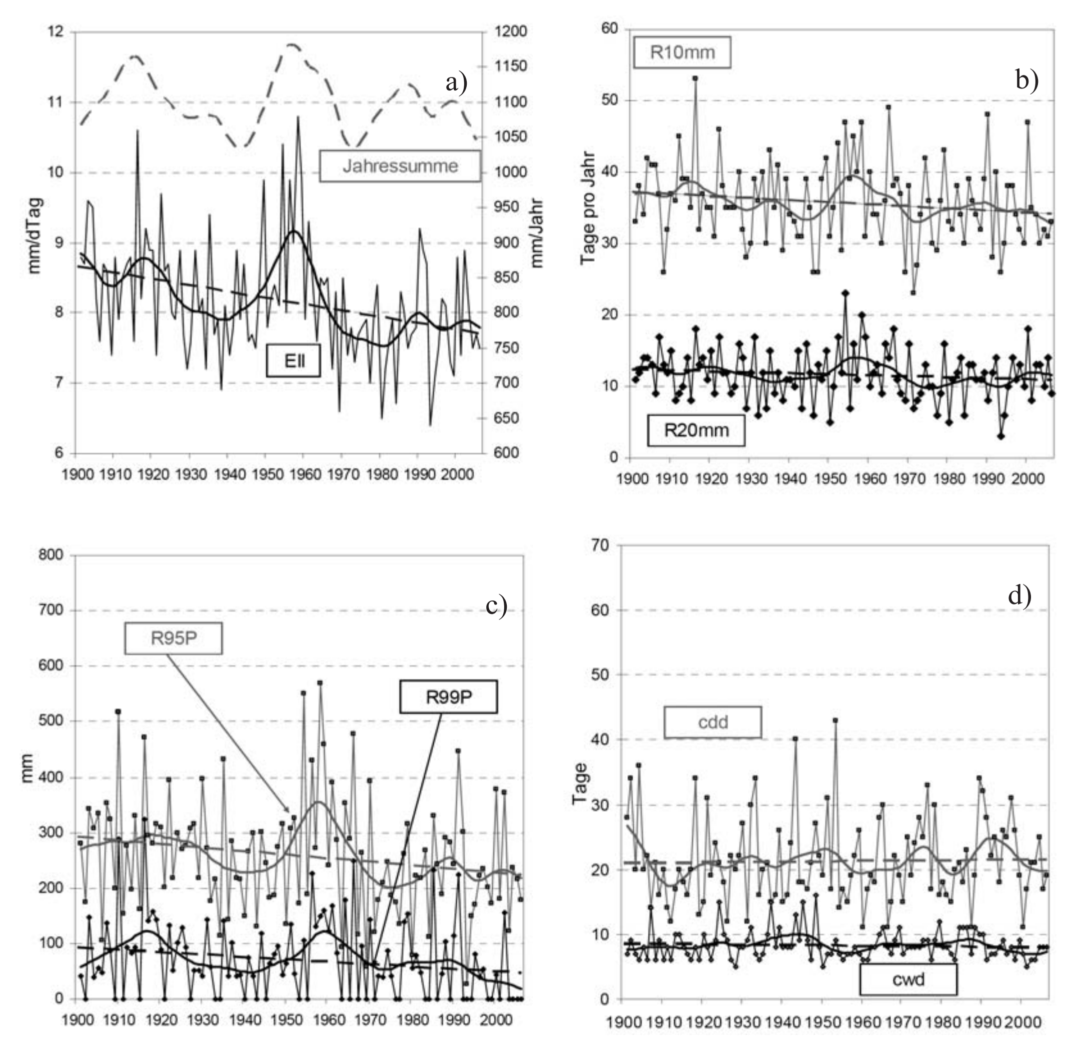


Abb. 42. Zeitreihen verschiedener Climate Change Indizes in Rauris, Einzelwerte und 20jährig geglättete Kurvenverläufe und lineare Trends,
a) einfacher Intensitätsindex (EII, Skalierung nach linker y-Achse) und Jahressumme des Niederschlages (nur 20jährig geglättet, Skalierung nach rechter y-Achse),
b) R10mm, und R20mm
c) R95P und R99P,
d) maximale Länge einer Trockenperiode (cdd) und maximale Länge einer Niederschlagsperiode (cwd).

den Extremen von 10,8 mm/Niederschlagstag (1958) und 6,4mm (1993), eine Tendenz zur Intensitätserhöhung ist nicht erkennbar. Was die gemessenen Tagesniederschläge betrifft, wurde noch an keinem Tag die 100mm Marke erreicht. Der Höchstwert bislang beträgt knapp über 90mm (3. November 1966). Im Gegensatz zu Flattach, wo wir eine Anleh-

nung an die mediterrane Niederschlagscharakteristik gefunden haben, sind im Normalfall die Monate Juli und August die Zeit der stärksten Tagesniederschlagsereignisse, die höchste Fünftagesniederschlagssumme von 162mm trat im August 1966 auf. Beide Größen zeigen eine leicht fallende Tendenz. Die jährlichen Häufigkeiten von extremen Tagesniederschlägen schwanken von Jahr zu Jahr markant. Perioden mit etwas höheren Werten (wie etwa um 1955 oder 1915) und wieder niedrigerem Niveau (z.B. um 1945 oder 1975) stehen einander gegenüber. Ein negativer Trend der Tage mit Niederschlag >=20mm trägt in Rauris zu einem deutlich positiven und signifikanten Trend der Wiederkehrzeiten stärkerer Tagesniederschläge bei (Abb. 43a), in Flattach hingegen (Abb. 43b) ist bei diesem Extremwertindex kaum ein Langfristtrend erkennbar. Die längsten Trockenperioden liegen im Bereich von etwas mehr als 40 Tagen mit kaum einer merkbaren Veränderung im langfristigen Sinn.

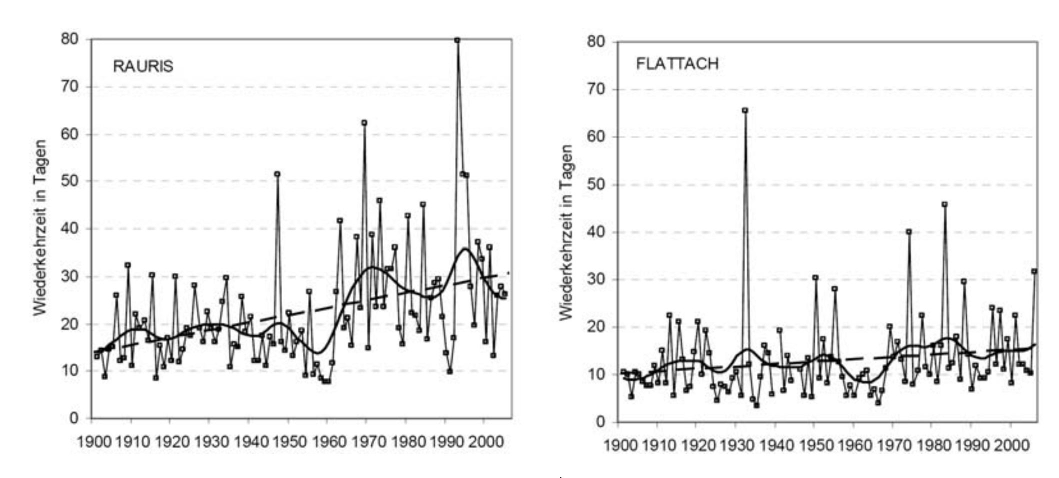


Abb. 43 Wiederkehrzeit des Niederschlagsereignisses 20mm/24 Stunden in Rauris und in Flattach.

Die Aussagen der betrachteten Niederschlagskenngrößen liefern für unsere beiden Gemeinden ein ziemlich eindeutiges Bild. Der markante Temperaturanstieg im 20. Jahrhundert war von einer Tendenz zu geringerem Niederschlagsangebot begleitet, sowohl was die Menge, als auch was die Tage mit Niederschlag (auch mit extremen Niederschlag) betrifft. Extreme Trockenperioden haben leicht zugenommen. Für sämtliche Größen steht eine enorme Schwankungsweite von Jahr zu Jahr sehr kleinen, manchmal kaum erkennbaren Trends gegenüber. Beim Vergleich der beiden Gemeinden ist Rauris die niederschlagsreichere, Flattach die trockenere. Es fällt in Flattach im Mittel um ca. 200 mm weniger Niederschlag als in Rauris, dennoch fallen berechnete Climate Change Indizes in Flattach mitunter extremer als in Rauris aus. So ist die mittlere Tagesmenge an einem Niederschlagstag in Flattach um 1,6 mm höher als in Rauris, die gefundenen Spitzenwerte der täglichen Niederschlagsmengen fallen eindeutig Flattach zu, und auch die längste Trockenperiode war in Flattach um mehr als 20 Tage länger als in Rauris.

Hitze

Spätestens seit dem Sommer 2003 ist das Thema Hitze in aller Munde. Die Hitze 2003 betraf ganz Mittel- und Westeuropa mit schwerwiegenden katastrophalen Folgen. Kolportiert werden Zahlen bis 35.000 Hitzetote. Für Deutschland meldete das deutsche statistische Bundesamt 7.000 Tote. Weit höhere, allerdings unterschiedliche Zahlen werden für Frankreich genannt. Mag der Sinn solcher Statistiken dahingestellt bleiben – die Verwundbarkeit des Lebens in der hochtechnisierten Welt und die großen Anforderungen an das Krisenmanagement werden uns deutlich vor Augen geführt.

Die mehr als 5 Grad zu hohen Sommermitteltemperaturen sind Unikate in den Langzeitreihen der kontinuierlichen Lufttemperaturmessungen im Alpenraum (Abb. 21). Sommerhitze wird aber nicht nur mittels der Mitteltemperatur sondern auch anhand anderer Maßzahlen beurteilt, wie beispielsweise Anzahl der „heißen Tage", Häufigkeit und Andauer längerer Hitzeperioden, Wärmesummen aber auch der nächtlichen Abkühlung. So wurden im Sommer 2003 im nördlichen Burgenland an Orten, an denen durchschnittlich 9 heiße Tage mit einem Temperaturmaximum von mindestens 30°C zu erwarten sind, 50 heiße Tage registriert. Hitze tritt in Österreich vorwiegend im Flachland, in geschützten Beckenlagen sowie den Innenbereichen urbaner Zentren auf, mit steigender Seehöhe nimmt jedoch die Eintrittswahrscheinlichkeit ab, bis Hitze schlussendlich nur ganz sporadisch oder gar nicht mehr vorkommt. Ein Querschnitt durch das Mölltal für den Sommer 2003 zeigt für Spittal an der Drau in rund 500m Seehöhe 29 heiße Tage, im mittleren Mölltal im Raum Obervellach-Flattach noch 18, während es im oberen Mölltal in Döllach (1.200 m) gerade noch drei Tage waren, an denen das Thermometer mehr als 30°C anzeigte. Man sieht also, dass die Hitze im Einzelfall noch recht große Höhen erreichen kann, aber eben sehr selten und nur von kurzer Andauer. Mit der Erwärmung der letzten beiden Jahrzehnte hat sich die Häufigkeit von heißen Tagen erhöht bzw. die Andauer von Hitzeperioden verlängert. So steht in Flattach dem Mittel der letzten zehn Jahre mit 7,6 heißen Tagen ein wesentlich niedrigeres von 2,6 Tagen der Zehnjahresperiode davor gegenüber.

Sinnvollerweise wertet man in der Klimatologie auch die Dauer von Hitzeperioden aus. Eine Hitzeperiode ist dann gegeben, wenn das Temperaturmaximum an drei aufeinanderfolgenden Tagen mindestens 30°C beträgt, sie verlängert sich aber um weitere Tage, solange die darauffolgenden Tage eine Höchsttemperatur von zumindest 25°C erreichen, und das mittlere Tagesmaximum des Gesamtzeitraumes nicht unter 30°C sinkt (Kyselý et

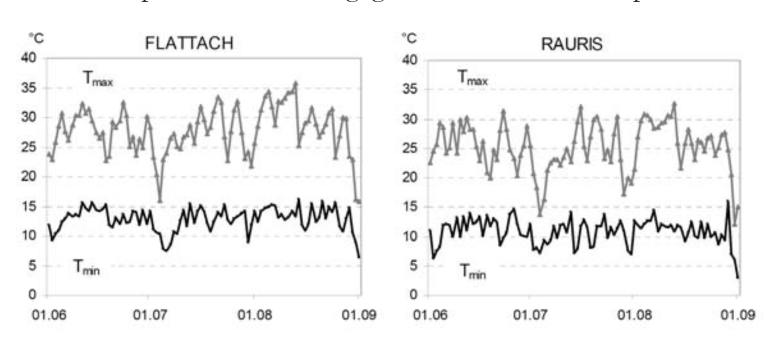


Abb. 44. Tägliche Höchst- und Tiefsttemperaturen im Sommer 2003 in Flattach (links) und Rauris (rechts).

al., 2000). Somit müssen die Zahl der heißen Tage nicht unbedingt mit der Zahl der Tage in Hitzeperioden übereinstimmen. Für Flattach ergeben sich nach dieser Definition für den Sommer 2003 drei Hitzeperioden mit insgesamt 36 Hitzetagen. Trotz der Hitze untertags war in Flattach durchwegs eine erfrischende nächtliche Abkühlung gegeben, wie der Temperaturverlauf über den Sommer 2003 zeigt (Abb. 44 links). Gerade in Perioden hoher Temperatur ist eine nächtliche Abkühlung für die physiologische Entlastung des Körpers von zentraler Bedeutung.

Ein Blick nach Rauris zeigt uns 12 heiße Tage im Sommer 2003 (Abb. 44 rechts), aber eine lediglich drei Tage andauernde Hitzeperiode. Seehöhe und die Lage nördlich des Alpenhauptkammes kommen hier zur Geltung. Bemerkenswert am Sommer 2003 ist allerdings, dass der bisher in Österreich gemessene Temperaturrekord ungebrochen blieb. Der Wunsch der Medien nach einem neuen Temperaturrekord von 40°C blieb unerfüllt, alle Rekordsüchtigen und auch jene, die in Einzelereignissen Zeichen des Klimawandels und eine Zunahme der Extreme sehen, wurden enttäuscht. Denn nach wie vor ist der österreichische Temperaturrekord mit 39,7°C unangetastet in der Statistik zu finden, gemessen in Dellach im Drautal im Juli 1983.

Ein weiterer Temperaturanstieg, wie ihn die Klimamodelle voraussagen, wird auch vor den Alpen nicht Halt machen. Es wird wärmer werden, und damit heiße Tage häufiger werden, die Begünstigung höher gelegener Orte gegenüber dem Flachland und überhitzten Stadtzentren wird erhalten bleiben. Somit ergeben sich aus klimatischer Sicht steigende Chancen für den Sommertourismus. Mehr zu den Zukunftsaussichten in Kapitel A6.

Stürme

Spätestens seit den großen Sturmereignissen Kyrill (2007), Paula und Emma (2008) wird dem Auftreten von Sturm und vor allem die Frage, ob deren Häufigkeit bereits zugenommen hat, vermehrt Beachtung geschenkt. Aus gesamtösterreichischer Sicht sind unsere beiden Gemeinden ja nicht als besonders Sturm gefährdet bekannt. Die beiden inneralpinen Täler sind gegenüber der großräumig vorherrschenden Windrichtung West bis Nordwest abgeschirmt. Für Ausnahmen sorgen meist Föhnstürme. Den RauriserInnen sind die Verwüstungen durch den Föhnsturm vom November 2002 noch gut Erinnerung (Kirchengast 2007). Betroffen waren Pinzgau und Lungau, die Schadensmeldungen lagen bei 3 Millionen Festmeter Schadholz. Am stärksten wütete der Sturm am 16. November mit Windspitzen von nahezu 100 km/h (27,4 m/s) im Tal. Der Verlauf des Schadensereignisses ist in Abb. 45 wiedergegeben. Sehr deutlich lassen sich drei Phasen mit den hohen Windgeschwindigkeiten (aus Richtung Süd) erkennen, kurzzeitig unterbrochen durch Phasen mit Richtungsabweichungen und mit geringer Windaktivität. Die höchsten Windspitzen traten am 16. zwischen 4 und 6 Uhr früh auf. Es waren dies die höchsten Windspitzen seit Beginn deren Registrierung in Rauris im Jahr 1987. Windspitzen über 60 km/h sind im Mittel für das Ortsgebiet von Rauris an sechs Tagen pro Jahr zu erwarten, für Windspitzen über 80 km/h sinkt dieser Wert bereits unter die 1-Tag-pro-Jahr-Grenze. Anders sieht es in den Bergen und vor allem in der Gipfelregion aus. Hier liefert uns wieder das Sonnblick Observatorium realistische Angaben. Tage mit Windspitzen über 60 km/h sind hier kein Extrem-

ereignis. Sucht man in der Statistik jenen Wert, der an sechs Tagen pro Jahr auftritt, so ist die Richtgeschwindigkeit 160 km/h. An einem Tag pro Jahr tritt am Sonnblick im Schnitt ein Windspitzenwert von 200 km/h auf. Für die Schadenswirkung von Stürmen in der Dreitausenderregion ist allerdings zu bedenken, dass dort die Luftdichte und damit der Staudruck bereits um 30% geringer sind als in Meeresniveau. Die relativ häufig auftretenden Hurrikan-Windstärken, denen das Observatorium bisher standgehalten hat, haben eine geringere Zerstörungskraft als z.B. in New Orleans oder Galveston (an der Ostküste des Bundesstaats Texas der Vereinigten Staaten).

Im Mölltal ist die seit 1970 höchste registrierte Windspitze dem großen Sturmereignis Paula am 27. Jänner 2008 zuzuordnen. 100 km/h und mehr sorgten für große Schäden, diesmal auch in Oberkärnten. Für das untere Mölltal werden geschätzte 250.000 Festmeter Schadholz oder rund 700 ha Kahlflächen angegeben sowie Borkenkäferbefall und begünstigte Waldbrandgefahr durch herumliegendes Schadholz. Im Mittel wird an einem Tag pro Jahr eine Spitzenwindgeschwindigkeit von 80 km/h überschritten, im hochalpinen Gletscherbereich gelten die Sonnblick Werte als repräsentativ.

Die Frage, ob es heute stürmischer ist als in der Vergangenheit lässt sich nicht einfach beantworten. Messwerte der Windgeschwindigkeit erlauben es nicht, darüber Auskunft zu geben. Schuld daran sind die unvermeidbaren Inhomogenitäten in den Zeitreihen, welche im Gegensatz zu anderen Klimaelementen mit heutigen Mitteln noch unhomogenisierbar sind. Die Wissenschaft liefert einen Ausweg. Man verwendet Luftdruckdaten, aus denen sich Windgeschwindigkeiten ableiten lassen und letztlich Häufigkeiten von Extremwerten und deren Änderung berechnet werden können. Matulla et al., 2007 konnten zeigen, dass unser subjektiver Eindruck, dass es stürmischer geworden ist, regional nicht immer stimmt. In seiner Studie, die die letzten 140 Jahre und das Dreieck Wien-Prag-Kremsmünster überdeckt, stellte sich nämlich die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert als die stürmischste Zeit heraus. Einer relativ ruhigen Zeit um 1930 folgte ein Anstieg bis in die 1990er Jahre. Seit dem hat sich das Sturmklima wieder ruhigeren Werten genähert. Unsere beiden Täler liegen zwar nicht unmittelbar im Untersuchungsgebiet (Dreieck), dennoch glauben wir nicht, dass die Ergebnisse bei einer Ausweitung des Gebietes signifikant anders aussehen würden. Kyrill, Paula und Emma liegen noch im normalen Schwankungsbereich, der aber insgesamt sehr groß ist. Und auch für die absehbare Zukunft ist in Mitteleuropa und somit auch in der Zweitäler-

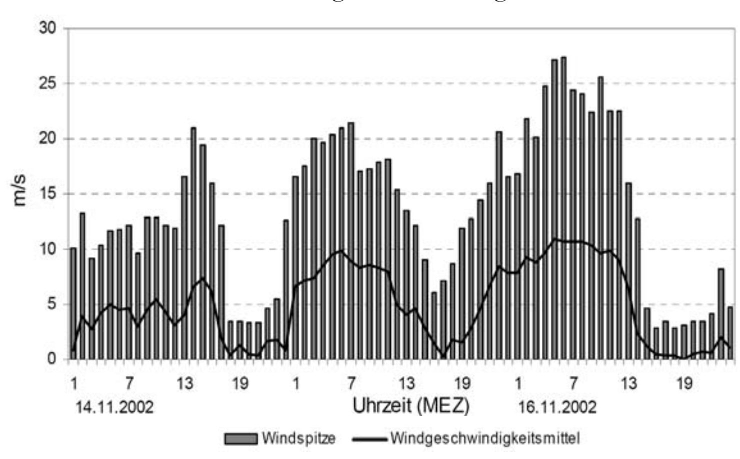


Abb. 45. Verlauf von stündlicher mittlerer Windgeschwindigkeit und der Windspitzen in Rauris zwischen 14. und 16. November 2002.

region mit keiner Änderung der Sturmhäufigkeit zu rechnen (Genaueres dazu im nächsten Kapitel).

A6. Das Klima wandelt sich – Zukunftsaussichten

Der Stand der Wissenschaft zur physikalischen Simulation des künftigen Klimas sind so genannte gekoppelte globale Atmosphäre-Ozean Zirkulationsmodelle (AOGCMs), in denen auf einer digitalisierte Erde samt Ozean, Lufthülle, Erdoberfläche, manchmal auch schon samt Pflanzenkleid, in einer gewissen räumlichen Auflösung (derzeit für einige Modelle horizontal bereits weniger als 200km, vertikal 20 bis 30 Ozeanschichten, und ebenso viele Atmosphärenschichten) und einem darauf abgestimmten zeitlichen Taktfrequenz (Minuten bis Stunden) das Wetter der gesamten Erde für die kommenden 100 Jahre oder für die vergangenen 100 bis 1000 Jahre abläuft. Diese Modellläufe berechnen somit, was das Klimasystem intern mit den äußeren Antrieben so anstellt. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind das, welche Energiemengen von den Ozeanen vom Äquator Richtung Pole transportiert werden, wie viel flüssiges Wasser durch Verdunstung in die Atmosphäre gelangt, wie viel einfallende kurzwellige Sonnenstrahlung von Schneeoberflächen in Sibirien oder der Antarktis ins Weltall reflektiert wird und auch, welche Energiemengen in Form langwelliger (Wärme-) Strahlung durch die Treibhausgase am Entweichen aus der Erdeatmosphäre gehindert werden, welche Energiemengen in Erwärmung und welche in Bewegung (Stürme) umgesetzt werden und vieles anderes mehr.

Derlei Simulationsrechnungen sind mit einem gigantischen Rechenaufwand verbunden, dem auch die schnellsten derzeit zur Verfügung stehenden Rechenanlagen nicht gewachsen sind. Und es sind die derzeit schnellsten Rechenanlagen, die in einer handvoll internationalen Großrechenzentren dazu zur Verfügung stehen, und diese Super-Computer brauchen für einen typischen Klima-Lauf Monate an reiner Rechenzeit! Man muss daher notwendigerweise Abstriche machen. Diese gehen einerseits in Richtung räumlich-zeitliche Auflösung des Rechengitters, andererseits müssen die bekannten physikalischen Zusammenhänge vereinfacht werden, um sie schnell genug rechnen zu können. Das alles führt zu einer unterschiedlichen Fähigkeit der Klima-Simulationsrechnungen, mit unterschiedlichen Ausformungen des Klimas zurecht zu kommen. Auf einer Skala von gut über mittelmäßig zu schlecht bis gar nicht liefern die modernen AOGCMs bereits brauchbare Ergebnisse für globale bis kontinentale Muster vor allem der Temperatur und zwar über deren Mittel über längere Zeiträume. Schlechter werden sie, wenn man ins Regionale bis Lokale geht und hier vor allem, wenn der Wasserkreislauf ins Spiel kommt. Hier werden die Fakten zunehmend „weich". Schwierigkeiten bei der Simulation der Wolkenbildung, besonders bei den kleinräumigen konvektiven Vorgängen, machen Aussagen über Starkregen, Hagel, Gewitter, Tornados nur sehr bedingt bis gar nicht möglich. Gerade diese extremen Ausformungen des Wetters stehen aber paradoxerweise in der Klimadebatte im Vordergrund (Stichwort „das Klima wird immer extremer"). Wie es sich damit in der Vergangenheit und Gegenwart der zwei Alpentäler verhält, war eines der Forschungsziele des Zweitälerprojekts. In Kapitel A5 wurde darüber berichtet. Trends zu zunehmenden Extremwerten wurden hier nicht gefunden.

Da wir die Aussagekraft der Klimamodelle für die Zukunft natürlich nicht an der realen Welt direkt testen können – das bleibt unseren Nachfahren vorbehalten – so scheint es zumindest sinnvoll, eine Bestätigung in der Vergangenheit zu suchen. Nur Klimamodelle, die sinnvolle Ergebnisse des vergangenen Klimas erbringen, erfüllen die notwendige (nicht hinreichende) Voraussetzung, ihnen auch im Hinblick auf die Zukunft zu vertrauen. Zur Modellierung der Klimavergangenheit stehen die rekonstruierten Klimaantriebe zur Verfügung, wie sie für das letzte Jahrtausend in Kapitel A1 besprochen worden sind. Lässt man die rekonstruierten natürlichen und in letzter Zeit auch durch uns geschaffenen Klimaantriebe auf die virtuelle Welt eines dieser gekoppelten globalen Ozean-Atmosphärenmodelle einwirken, dann sollte etwas ähnliches herauskommen, wie die direkten und indirekten Klimadaten der Vergangenheit zeigen. Abb. 46 bringt eine derartige Realisierung der Sommer-Frühherbst Temperaturen in den letzten 1000 Jahren in Europa. Der Vergleich mit der auf Baumringen beruhenden Temperaturrekonstruktion aus alpinen Hochlagen, der in Abb. 18 zu sehen war, zeigt eine gute Übereinstimmung nicht nur in den wesentlichen Merkmalen der Klimaentwicklung des letzten Millenniums mit einem warmen Beginn, einer Abkühlung danach und einer raschen Erwärmung am Ende. Auch kürzere Besonderheiten kann das Modell liefern, wie die kalten 1810er Jahre, die wir ja schon aus dem historischen Bericht aus Rauris in Kapitel A4 kennen gelernt haben, und auch die dort beschriebene starke erste Rückzugsphase nach dem Gletscherhochstand um 1850 ist im Modelllauf durch zwei Jahrzehnte mit sehr warmen Sommern dokumentiert.

Es scheint also recht gut zu klappen mit der Simulation des Klimas der Vergangenheit. Eine rechnerisch-physikalische Simulation des künftigen Klimaverlaufs allerdings setzt eine Abschätzung des Verlaufs der Klimaantriebe in der Zukunft voraus. Typischerweise werden dazu AOGCMs zweimal laufen gelassen, einmal ohne Veränderung sowohl der natürlichen als auch der anthropogenen äußeren Antriebe und einmal unter dem Einfluss von erwarteten Konzentrationsänderungen der anthropogenen Treibhausgase, die sich aus Abschätzungen der künftigen politischen, wirtschaftlichen, sozialen, technologischen Entwicklungen ergeben. IPCC hat dazu zahlreiche „Entwicklungsfamilien“ abgeleitet, deren Unterschiede zumindest eine ebenso hohe zusätzliche Unsicherheit zu der aus den mathematisch-physikalischen Modellunsicherheiten resultierenden hinzufügt. Das faszinierende daran ist, dass man auf diese Weise verschiedene Zukunftswelten virtuell durchspielen kann, und so die Möglichkeit besteht, die Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien auf das Erdklima abzuschätzen. Tab. 2. ist ein Versuch, die drei wesentlichen Szenarien-Familien der Entwicklung der

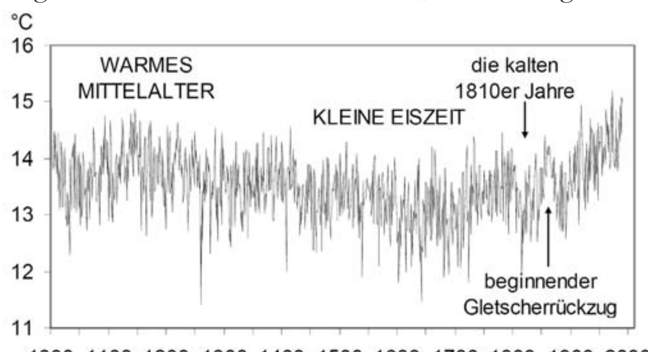


Abb. 46. Klimamodellauf ERIK-1 für die Mitteltemperaturen Juni-September der Jahre 1000-1990 für Festlandeuropa (10°W-40°E, 35°N-70°N). Pers. Mitt. von E. Zorita, Modellbeschreibung in Zorita et al., 2004

Menschheit im 21. Jahrhundert kurz zusammenzufassen. Als Leitszenario wird von IPCC das mit A1B bezeichnete verwendet. Die mit „business as usual“ oder „hässliche Globalisierung“ charakterisierbare A2-Welt zeigt, welche Erwärmung nach oben hin absteckbar ist, die „schöne neue Welt“ des geplanten und global umgesetzten Umweltbewusstseins läuft unter B1 und führt zur geringsten Treibhausgasbelastung.

Abb. 47 fasst den Weg von den sozio-ökonomisch-politischen Zukunftsszenarien zu den naturwissenschaftlichen Klimamodellen zusammen. Links oben sehen wir den berühmten IPCC-Entwicklungsbaum, der versucht, ein wenig Systematik in die zahlreichen Entwicklungslinien für das 21. Jahrhundert zu bringen. Die Wurzeln des Entwicklungsbaumes stehen für das, was die Treibhausgasemissionen beeinflusst. Die Baumkrone verzweigt sich in vier verschiedene Hauptgruppen, die in der Vertikalen nach den beiden Grundorientierungen „ökologisch“ und „ökonomisch“ unterteilt sind. In der Horizontalen wird die Unterteilung nach dem grundlegenden räumlichen Muster der globalen Politik, Wirtschaft, Gesellschaft unterschieden in eher „globalisiert“ oder „separiert“. Für die von IPCC-2007 am häufigsten verwendete A1-Familie (also eine global vernetzte Welt, die eher ökonomisch als ökologisch orientiert ist) ist als Beispiel eine Verzweigung in drei Untergruppen eingezeichnet, je nachdem, welche Grundlagen für die Energieerzeugung angenommen wird. A1F1 etwa bleibt bei den fossilen Energieträgern Kohle, Erdöl und Erdgas. In der A1T-

Tab. 2. Kurzbeschreibung der drei am häufigsten verwendeten IPCC-Zukunftsszenarien der globalen Entwicklung im 21. Jahrhundert nach Nakicenović und Swart, 2000

A1-Familie	Schnelles Wirtschaftswachstumin einer mobilen, global stark vernetzten, immer mehr zusammenwachsenden Welt. Einkommensunterschiede zwischen Ländern bzw. Regionen vermindern sich. Hohe Investitionen in Bildung und Forschung. Höhere Lebenserwartung und bessere Gesundheitführen weltweit zu kleineren Familien. Bis 2050 steigt die Erdbevölkerung auf 9 Mrd., dann fällt sie bis zum Jahr 2100 auf 7 Mrd. Neue Technologiesn werden schnell eingesetzt. Energieeffizienz steigt an. Sehr unterschiedliche Energieprioritäten, im “Marker Szenario A1B” wird ein ausbalanzierter Mix aus verschiedenen Energiequellen benutzt.
A2-Familie	Wenig globale Vernetzung in einer regional differenzierten, kulturell pluralistischen Welt. Verglichen mit A1 insgesamt weniger Wirtschaftswachtum, anhaltend große Einkommensunterschiede zwischen Individuen und zwischen Ländern bzw. Regionen. Fertilitäts- und Sterblichkeitsrate entwickeln sich weniger stark als in den A1-Welten. Die Erdbevölkerung wächst weiter und erreicht im Jahr 2100 15 Milliarden. Der Energiemix ist ebenfalls differenzierter als in der der A1-Welt und orientert sich hauptsächlich an der regionalen Verfügbarkeit. Große Teile der Wirtschaftsentwicklung müssen in die Nahrungsproduktion investiert werden, dadurch gibt es in den anderen Sektoren weniger Weiterentwicklung als in A1, auch im Energiesektor.
B1-Familie	Das Hauptmerkmal der B1 Entwicklungslinien ist ein ho0hes Umwelt- und Sozialbewußtsein, das in einem global kohärenten Trend zu nachhaltiger Entwicklung führt. Nach unruhigen bis chaotischen Jahrzehnten setzen sich Gemeinschafts-Werte gegenüber Individualismus durch, dabei spielen gesteuerte Erziehung und starke politische Steuermechanismen eine führende Rolle. Reduzierter Konsum und starke Konzentration auf erneuerbare Energieformen führen zu den bedeutendsten Erfolgen auf dem Sektor der Eindämmung der Treibhausgasemissionen. Die Erdbevölkerung entwickelt sich ähnlich wie in den A1-Szenarios, aber aus anderen Gründen, hauptsächlich wegen der erhöhten Sicherheit durch das soziale Engagement der Gesellschaft.

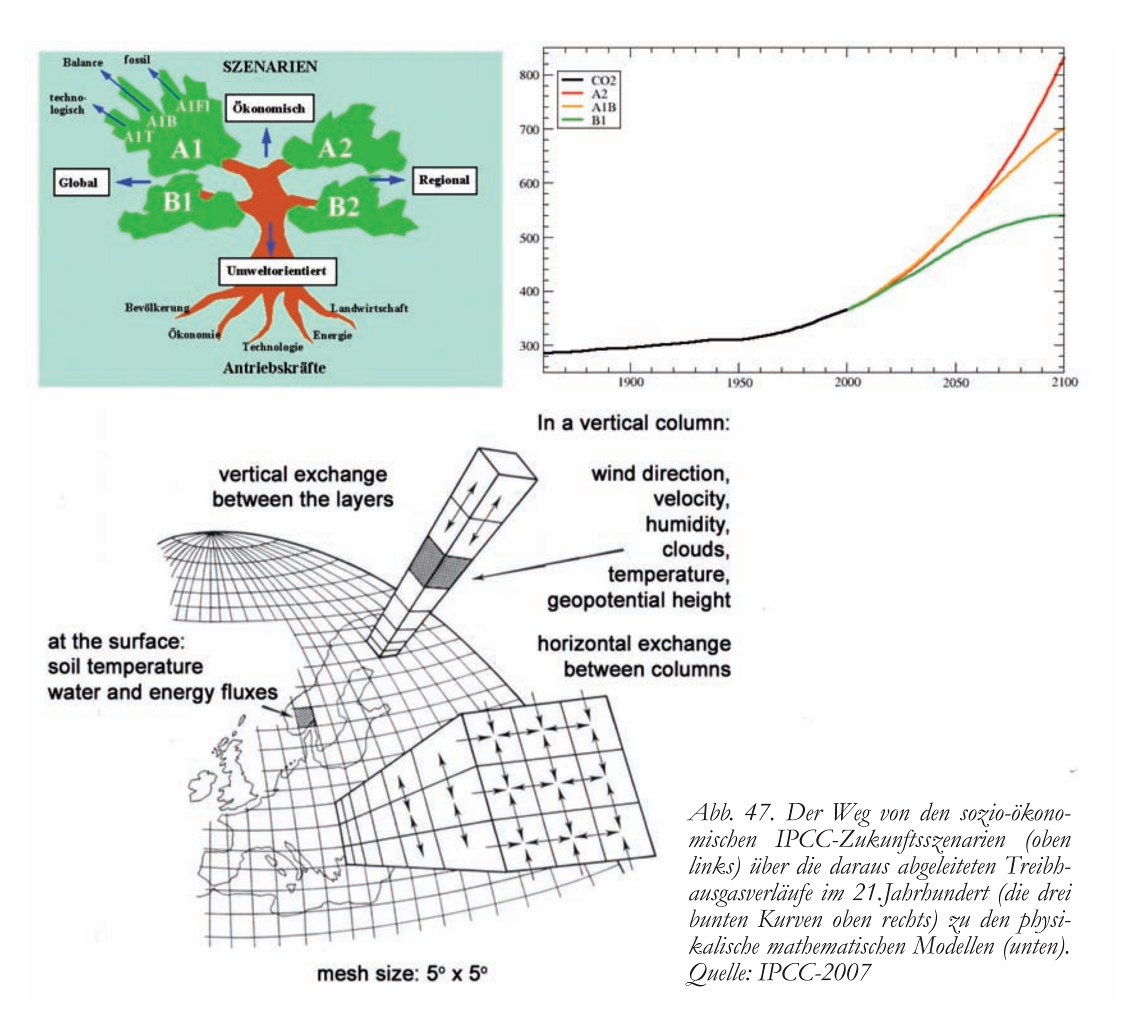


Abb. 47. Der Weg von den sozio-ökonomischen IPCC-Zukunftsszenarien (oben links) über die daraus abgeleiteten Treibhausgasverläufe im 21.Jahrhundert (die drei bunten Kurven oben rechts) zu den physikalische mathematischen Modellen (unten). Quelle: IPCC-2007

Welt kommt es zu sehr weitgehendem technologischen Fortschritt auf dem Gebiet neuer Energieträger und auf dem Gebiet der Energieeffizienz – und zwar aus wirtschaftlichem Interesse heraus, nicht durch legistisch-dirigistische Maßnahmen zum Schutz des Klimas. A1B ist ein Mittelweg aus den beiden mit einem realistisch anmutenden Energiemix aus fossil und nichtfossil.

Das rechte Diagramm oben zeigt, wie die Mengen an Treibhausgasen, die die Entwicklungslinien der Zukunftswelten im 21. Jahrhundert verursachen, den Gesamtgehalt der Atmosphäre an Treibhausgasen verändern werden. Dem liegt nicht eine einfache Aufsummierung der Emissionen von Jahr zu Jahr zugrunde, sondern der gesamte komplizierte „Kohlenstoffkreislauf" mit den unterschiedlichen „Quellen" aus den Schornsteinen von Häusern und Fabriken, Auspuffanlagen von Autos, Flugzeugen und Schiffen, aber auch mit den „Senken", wenn etwa CO_2 im Ozean gelöst wird, von Pflanzen bei der Assimilation aufgenommen, oder künftig vielleicht sogar unter viel Aufwand wieder in möglichst

luftdichte geologische Schichten eingepresst wird („carbon storage“). Wir sehen, dass die verschiedenen Szenarien zu doch deutlich unterschiedlichen Entwicklungen bei den Treibhausgaskonzentrationen führen. Im B1-Szenario (grün) wird gegen Ende des 21. Jahrhunderts eine Stabilisierung des Treibhausgasniveaus bei ca. 540ppm (parts per million) erreicht, also schwach doppelt so hoch, wie das „vorindustrielle“ Niveau von rund 280ppm (zu sehen in Abb. 2). Das IPCC-Leitszenario A1B (gelb) geht bis auf 700ppm hinauf und zeigt gegen Ende des Jahrhunderts zwar eine Abschwächung des Trends, aber keine Stabilisierung. A2 (das mit der regional differenzierten Welt und dem ungebremsten Bevölkerungswachstum (vergl. Tab. 2)) geht über 800ppm hinaus und zeigt keinerlei Trendwende. Interessant an den Verläufen ist auch die Tatsache, dass die Aufsplitterung zwischen den Szenarien erst um die Jahrhundertmitte erfolgt. Erst dann hat es Sinn, sich über Nachweise evt. Erfolge politischer Steuerungsversuche („Mitigation“) zur Begrenzung der Emissionen Gedanken zu machen. Ebenso kann zurzeit, und auch noch in den nächsten zwei bis drei Dezennien kaum durch Messungen der tatsächlichen Klimatrends unterschieden werden, auf welcher Entwicklungslinie wir uns tatsächlich bewegen.

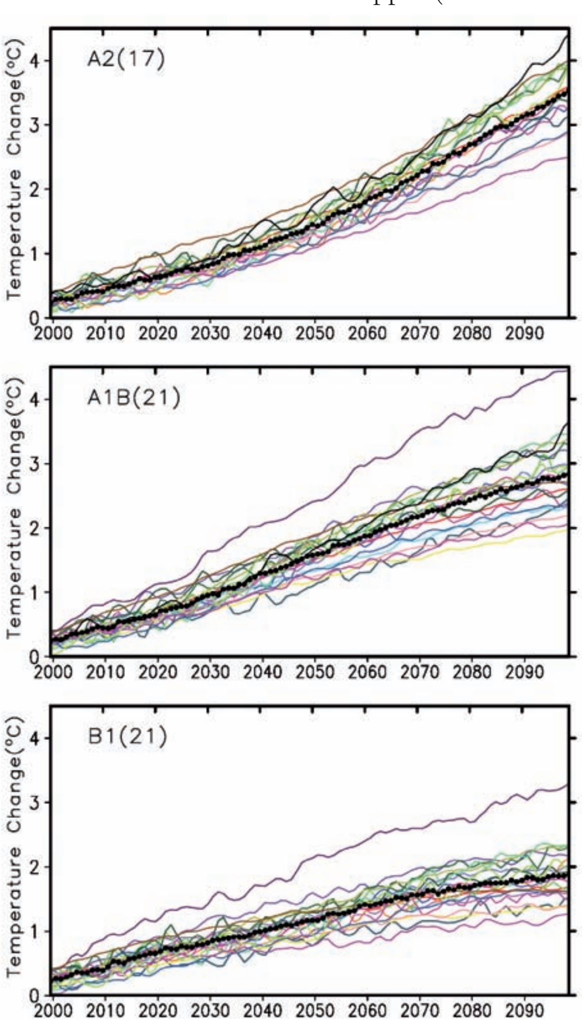


Abb. 48. Das Ergebnis der 17-21 derzeit existierenden 100-jährigen AOGCM-Modellierungen für das globale Mittel der Temperatur auf der Basis der drei Treibhausgasszenarien aus Abb. 47 bzw Tab. 2. Gezeigt sind die Abweichungen vom Mittel 1980-1999 in °C, bunt für die einzelnen Modelle, dick und schwarz für das Mittel aller Modelle. Quelle: IPCC-2007, Kapitel 9

Das sieht man auch bei den in Abb. 48 gezeigten global gemittelten Temperaturverläufen im 21. Jahrhundert. +1°C Temperaturzunahme bis 2030 ist die Norm für das Mittel aller 17 bis 21 zurzeit vorliegenden Modellsimulationen, egal welches Treibhausgasszenario wir wählen. Erst danach kann extreme Eindämmungspolitik (B1) im globalen Maßstab den weiteren Anstieg bis 2100 auf rund +2° reduzieren, während das A1B Szenario

bei schwach +3° landet und eine geringere Stabilisierungstendenz zeigt. Das A2 Szenario erwartet im Mittel aller Modele +3,5°, allerdings mit ungebremster Dynamik der Steigerungsraten. Die Grundaussage der globalen Modellergebnisse ist klar: Es ist nicht möglich, die weitere globale Erwärmung zu vermeiden – alles, was erreicht werden kann, ist eine Eindämmung auf rund +2°, während bei weniger regulierten Szenarien ein bis eineinhalb zusätzliche Grade dazukommen.

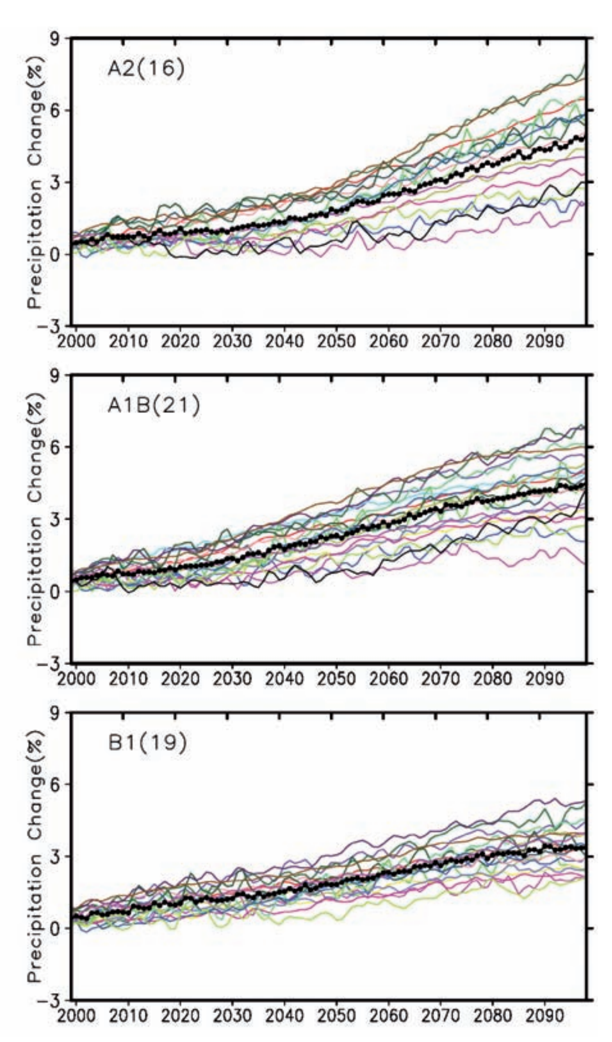


Abb. 49. Das Ergebnis der 16-21 derzeit existierenden 100-jährigen AOGCM-Modellierungen für das globale Mittel des Niederschlages auf der Basis der drei Treibhausgasszenarien aus Abb. 47 bzw- Tab. 2. Gezeigt sind die Abweichungen vom Mittel 1980-1999 in Prozent, sonst alles wie in Abb. 48

Sehr ähnlich sehen die Prognosen der drei Szenarien und der 16 bis 21 vorhandenen globalen Niederschlagssimulationen aus (Abb. 49). Da eine enge physikalische Beziehung zwischen der Menge an Wasserdampf, die die Luft aufnehmen kann und ihrer Temperatur besteht, und da mit der Verdunstung von den Ozeanflächen unerschöpfliche Quellen an Wasser zur Verfügung stehen, ist es wenig überraschend, dass die Niederschläge, gemittelt über die gesamte Erdoberfläche, mit den Temperaturen mit ansteigen – je nach Modell um 2 bis 7% in der A2-Welt, um 1 bis 6% in der A1B-Welt und um 2 bis 5% in der B1-Welt.

Es gibt zurzeit also rund 20 „state of the art“ globale transiente Simulationsrechnungen des Erdklimas der kommenden 100 Jahre, die die Basis für die in Abb. 48 und 49 gezeigten global gemittelten Klimavorhersagen bildeten. AOGCMs bieten jedoch mehr. In ihnen läuft ja das virtuelle Klima räumlich differenziert ab. Die räumliche Auflösung regionaler Klimamodelle konnte in den letzten 10 Jahren von 100km in Richtung weniger als 50km gedrückt werden. Auf die Details kann hier nicht eingegangen werden, eine ausführliche Beschreibung findet man in den Kapiteln 8 bis 11 des Working Group 1 Reports von IPCC-2007. Die von den AOGCMs bereits erreichte räumliche Auflösung zwischen 100 und 50 km ist für regio-

nale Zwecke bereits brauchbar und wird in IPCC-2007 auch gegenüber den Versuchen, die Auflösung höher zu treiben, empfohlen. In Abb. 50 sind die entsprechenden Ergebnisse für Europa für die Winter- und Sommer-Temperaturen (oben) und Niederschläge (unten) abgebildet.

Die räumliche Differenzierung ist im kontinentalen Maßstab recht deutlich ausgeprägt und auch jahreszeitlich verschieden. Im Winter wird die Erwärmung im kontinentalen Nordosten am stärksten erwartet, am schwächsten fällt sie im maritimen Bereich des Atlantiks und des Mittelmeeres aus. Im Sommer hingegen ist eher ein Nord-Süd-Gefälle zu sehen mit geringerer Erwärmung vor allem in Nordwesteuropa und einer deutlich stärkeren in den Anrainergebieten des Mittelmeeres. Beim Niederschlag fällt auf, dass in beiden Jahreszeiten der Süden eher zur Austrocknung neigt, der Norden zu steigendem Niederschlag. Der Alpenraum befindet sich in beiden Fällen in der Übergangszone, im Sommer eher auf der trockenen Seite, im Winter eher auf der feuchten. Aus der Erfahrung der tatsächlich

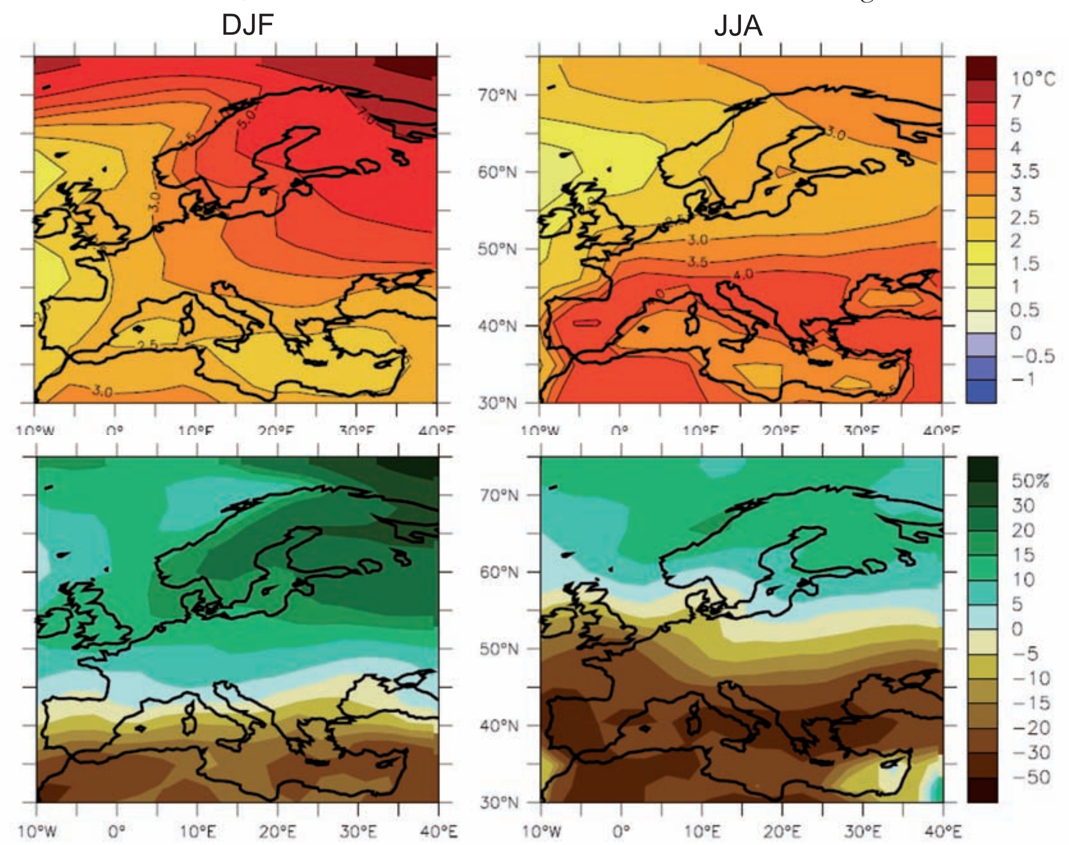


Abb. 50. Räumliche Verteilung der im Mittel von 16 bis 21 regionalen Klimamodelläufen unter dem Szenario A1B für Europa bis Ende des 21.Jahrhunderts im Jahresmittel erwartete Temperaturzunahme (oben, in °C), sowie für den Niederschlag (unten, in %), links für den Winter (Dezember-Februar), rechts für den Sommer (Juni-August) Quelle: IPCC- 2007, Kapitel 11)

gemessenen Trends der Vergangenheit (Kapitel A3) ist zu erwarten, dass in der realen Welt der Übergang wohl schärfer ausfallen wird, und zwar sehr wahrscheinlich entlang der natürliche vorgegebenen Klimascheide der Alpen.

Für lokale Anwendungen muss man die Ergebnisse der globalen Modellrechnungen weiter herunter skalieren (verfeinern), das vor allem dann, wenn die Extremwerte interessieren, die per Definition kleinräumig sind, besonders beim Niederschlag. Die physikalisch elegantere Methode und auch die, die dem Verständnis der Vorgänge dienlicher ist, ist das „dynamische Downscaling“, das in den Rahmen einer gröberen, globalen Realisierung ein feinmaschigeres Modell setzt und die vorgegebenen Strukturen der globalen Ergebnisse hinunterrechnet. Derzeit bewegt man sich in Richtung einer Auflösung von wenigen km, allerdings mit noch sehr unterschiedlichen und teils widersprüchlichen Ergebnissen. Die neueste Entwicklung geht in Richtung kompressibler Berechnung, was einen wesentlichen Schritt in Richtung mehr Realitätsnähe bedeutet (CLM-Modelle). Die zurzeit noch eher schwachen und zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse des dynamischen Downscalings, gerade im komplizierten Gelände des Alpenraums, machen die verschiedenen Methoden des „statistischen Downscalings“ interessant, ganz besonders, wenn es in kleine Einzugsgebiete geht. Dabei werden statistische Zusammenhänge gemessener Klimadaten zum Herunterrechnen benutzt.

Vor allem durch die steigende Computer-Performance ist zu erwarten, dass in Zukunft derjenige Schritt auch für die Klimamodellierung möglich sein wird, der vor etwa 10 Jahren die Wetterprognose grundlegend verbessert hat, und der eine Qualitäts- und damit Vertrauensabschätzung ermöglicht: Die Ensemble-Prognose (eine große Anzahl von Parallelrealisierungen der Zukunft). Derzeit ist das Hauptproblem die nur ungenügende Verifizierung der Modellergebnisse über die nicht ganz logische Annahme, dass eine gute Realisierung der Gegenwart (im Vergleich zu Messdaten) auch für die der Klimazukunft zutreffend ist. Was der aktuelle Forschungsstand für das Klima des 21. Jahrhunderts erwartet, sei nun zum Schluss im regionalen Maßstab (Mitteleuropa und hier speziell die für Österreich bzw. die Zweitälerregion interessanten Fakten) stichwortartig skizziert:

Mitteleuropa

Im regionalen Maßstab Mitteleuropas macht sich bei allen Klimaelementen die starke hochfrequente Klimavariabilität in Relation zu den langfristigen Klimatrends bemerkbar. Sie bewirkt, dass die folgenden langfristigen Aussichten noch längere Zeit durch das kurzfristige „Rauschen“ der Schwankungen von Jahr zu Jahr „maskiert“ sein werden.

Besser belegte Aussichten bis 2100:

- Anhaltender Temperaturanstieg um 3°C (A1B Szenario), stärker im Sommer im mediterranen Bereich, im Winter im nordöstlichen Bereich der Region. Das ist mehr, als der in den letzten 150 Jahren beobachtete Temperaturanstieg in der Region um rund 2°C. Szenarienvariabilität etwa +-1°C (B1 +2°, A2 +4° und mehr).
- Zunahme aller Arten von positiven Temperaturextremwerten (heiße Tage, absolute Maxima, etc.) bei etwa analoger Abnahme der negativen Temperaturextremwerte (Frost, absolute Minima etc.)

- Kaum Änderungen der Wind- und Sturmtätigkeit (das gilt nur für Mitteleuropa, in anderen Teilen Europas herrscht Uneinigkeit unter den Modellen). Die Erwartung der Nichtzunahme der Sturmtätigkeit in der Zukunft deckt sich mit dem Datenbefund der vergangenen 130 Jahre (Matulla et al. 2007)
- Anhaltender Rückgang des Anteils der festen Komponente des Niederschlages
- Bodenfeuchte zunehmend beeinflusst von der Temperatur (Verdunstung) und weniger vom Niederschlagsangebot
- Weiterer Gletscherrückgang der aktiven Alpengletscherfläche auf 40 bis 50% (von 1980) bis 2050, auf 15-20% bis 2100

Schlechter belegte Aussichten bis 2100:

- Tendenziell eher Niederschlagszunahme nördlich der Alpen, Abnahme südlich der Alpen, die Grenze zwischen Zu- und Abnahme weiter im Süden im Winter, weiter im Norden im Sommer. Die Größenordnung der Änderungen liegt in Mitteleuropa im Bereich -5 bis +10% im Winter, bei -5 bis -20% im Sommer. Das ist etwas mehr als das, was wir aus den gemessenen regionalen Langfristtrends der letzten 200 Jahre kennen, die 10% pro 100 Jahre nicht übertroffen haben.
- Zunahme der sommerlichen stabilen Schönwetterlagen durch weitere nordostwärts Verlagerung des Subtropenhochs (laut MPI-Modellen, Hadley-Modelle zeigen das nicht)

Kaum belegte Aussichten:

- Änderung der konvektiven Niederschläge, Gewitter, Hagel, Tornados, also der meisten kleinräumigen Extremausformungen des Klimas, die schlecht bis zum Teil gar nicht in der Modellphysik der großräumigen Modelle enthalten sind, und beim Downscaling Schwierigkeiten machen. Mehr dazu in IPCC-2007, Kapitel 8.
- Vorsicht gerade bei den Extremwerten vor interessensgesteuerten Meinungen (exemplarisch dargestellt in Pielke jr. et al. 2008)

Österreich und Zweitälerregion

Besser belegte Aussichten bis 2100:

- Anhaltender Temperaturanstieg um 3-3,5°C (A1B Szenario), regional im Winter im Westen +3°, im Osten +3,5°, im Sommer im Norden +3,3°, im Süden +3,8° Szenarienvariabilität etwa +-1°C (B1 +2°, A2 +4° und mehr).
- Gletscher: stärkerer Rückgang als im Alpendurchschnitt: bis 2100 nur noch rund 10% der aktiven Gletscherflächen von 1980
- Alles andere wie für Mitteleuropa beschrieben

Schlechter belegte Aussichten:

- Tendenziell dieselbe subregionale Differenzierung beim Niederschlag wie oben für Mitteleuropa angegeben, nur mit engeren Bereichen der Zahlenwerte: +5 bis +10% im Winter, -7 bis -12% im Sommer.

- Diese saisonale Aufgliederung lässt eine Dämpfung des in Österreich üblichen Jahresganges des Niederschlages um 10 bis 20% erwarten (geringeres Sommermaximum, höheres Winterminimum).
- Die Messbefunde der Vergangenheit lassen einen relativ scharfen Übergang von der Nord- zur Südcharakteristik am Alpenhauptkamm erwarten. Im Wesentlichen wird eine Fortsetzung der aus den letzten 150 Jahren gegebenen Niederschlagstrendmuster erwartet (Auer et al. 2007).

Kaum belegte Aussichten:

- Gleiche Aussage wie für Mitteleuropa.

Lokale Abschätzungen für den Schneefall in der Zweitälerregion

Im Einzelfall können, sozusagen in „Handarbeit", vertrauenswürdige lokale Abschätzungen unternommen werden, wie zum Beispiel eine (flächendeckend noch nicht vorhandene) indirekte Quantifizierung der künftigen Entwicklung des Prozentanteils des Schnees am Gesamtniederschlag für die Hohen Tauern (Szenario A1B):

Abnahme vom Mittel des 20. Jahrhunderts bis zum Ende des 21. Jahrhunderts

- In 1000m Seehöhe: Im Winter von 80% auf 58%, Frühling von 38% auf 16%, im Sommer gleich bleibend bei 0%, im Herbst von 29% auf 6%
- In 2000m Seehöhe: Im Winter von 90% auf 70%, im Frühling von 86% auf 66%, im Sommer von 17% auf 5%, im Herbst von 59% auf 18%
- In 3000m Seehöhe: Im Winter von 99% auf 97%, im Frühling von 99% auf 97%, im Sommer von 64% auf 34%, im Herbst von 99% auf 94%

Abb. 51. stellt diese Zukunftsabschätzungen des lokalen natürlichen Schneeangebots in Relation zu den bereits stattgefundenen im Verlauf des 20. Jahrhunderts, die wir bereits aus Abb. 26 kennen. Für drei Höhenstufen (1000, 2000 und 3000m) stellen die blauen Säulen die langjährig gemittelte Ausgangslage des 20.Jahrhunderts dar. In den rosa Säulen für aktuellen Zustand um das Jahr 2000 ist bereits ein gewisser Anteil an selbstverursachtem Treib-

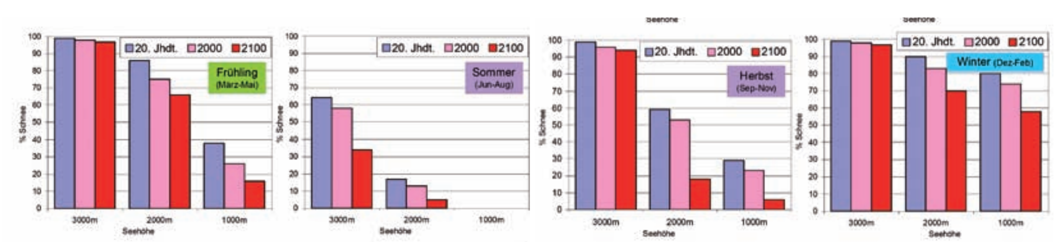


Abb. 51. Prozentanteil des Schnees am Gesamtniederschlag in drei Seehöhenstufen der Region Hohe Tauern für das Mittel des 20. Jahrhunderts (blau), für die Zeit um 2000 sowie für die Zeit um das Jahr 2100 (berechnet aus dem regionalen Temperatur-Szenario A1B und aus dem in Abschnitt A3 erwähnten Zusammenhang zwischen dem Schneeanteil und dem Monatsmittel der Temperatur)

hauseffekt enthalten, und die roten Säulen stellen eine etwas gewagte „Prognose" für das Jahr 2100 dar. Sie wurde auf der Basis der erwarteten regionalen A1B-Temperaturzunahme und mit Hilfe des in Kapitel A3 skizzierten Zusammenhanges zwischen Monatsmitteltemperatur und dem Anteil an festem Niederschlag geschätzt.

Lokale Abschätzungen für die Gletscher der Zweitälerregion

Ähnlich wie für die Schneeverhältnisse kann auch für die Gletscher der Region eine zwar etwas unkonventionelle aber darum nicht schlechter sondern eher besser zur Realität der zukünftigen Gletscherentwicklung tendierende Abschätzung angeboten werden. Sie wurde speziell für das Zweitälerprojekt entwickelt und basiert auf einer Methode, die von Zemp, 2006 im Rahmen des EU-Projekts ALP-IMP (Böhm et al. 2006) für alle Alpengletscher entwickelt und angewendet worden ist. Das Modell konzentriert sich auf das wesentliche Merkmal, das einen „lebenden Gletscher" von einem bereits zum Absterben verurteilten unterscheidet: er muss noch Flächen besitzen, auf denen im Durchschnitt der Jahre noch mehr Schnee angehäuft wird, als weiter unten, im „Ablationsgebiet" (vergl. Kapitel A4) abschmilzt. Michael Zemp nennt diesen Flächenanteil „klimatische Akkumulationsfläche", (climatic accumulation area – cAA). Er kümmert sich nicht um die verbleibenden Toteisreste eines Gletschers, die noch Jahre bis Jahrzehnte weitervegetieren können, nachdem die cAA auf Null gefallen ist. Er erspart sich dadurch die komplizierte Modellierung der Eisdynamik, die für alle Alpengletscher überhaupt nicht durchführbar ist, da man deren Untergrund noch nicht vermessen hat, und erhält mit dem Prozentanteil aktiver Gletscherfläche eine gute Maßzahl für das Vorhandensein noch „lebender" Gletscher. Die Details der Methode sind in der Dissertation von Michael Zemp beschrieben, eine allgemeinverständliche Zusammenfassung haben wir in unserem Begleitbuch zum neuen Gletscherlehrpfad Goldbergkees (Böhm et al. 2007) versucht. Hier seien nur die Ergebnisse für die gesamten Alpen (Abb. 52), für die Pasterze (Abb. 53) und für die Gletscher der Goldberggruppe (Abb. 54) vorgestellt.

Das Diagramm in Abb. 52 ist nicht an ein spezielles Zukunftsszenario gebunden, es kann variabel eingesetzt werden – mit unterschiedlichen Erwartungen bezüglich Temperatur- und Niederschlagsänderung. Wenn wir uns die durchaus plausible Modellwelt des IPCC Szenarios A1B als Grundlage nehmen, landen wir in der Mitte des 21. Jahrhunderts bei noch 37 bis 56% verbleibender aktiver Gletscherfläche in den Alpen, je nach dem, ob der Niederschlag ab- oder zunimmt. Gegen Ende des 21. Jahrhunderts ist dann nur noch 13 bis 20% der Fläche gegenüber dem Ende des 20. Jahrhunderts vorhanden. Eine Differenzierung des Modells für die einzelnen Alpenländer weist die Schweizer Gletscher als in Summe am stabilsten auf, gefolgt von den italienischen, französischen, dann den österreichischen und, als Schlusslicht, den deutschen. In der Schweiz wird (in diesem Fall bei gleich bleibendem Niederschlag gerechnet) Mitte des 21. Jahrhunderts noch 55% der aktiven Gletscherfläche vorhanden sein, gegen Ende des 21. Jahrhunderts noch 20%. Österreich steigt durch die im Schnitt geringeren Gipfelhöhen gegenüber den Westalpen wesentlich ungünstiger aus. 20% aktiver Gletscherfläche erwartet das Modell für die Mitte des Jahrhunderts, nur noch etwa 7% werden es gegen Ende des 21. Jahrhunderts sein. Die wenigen deutschen Glet-

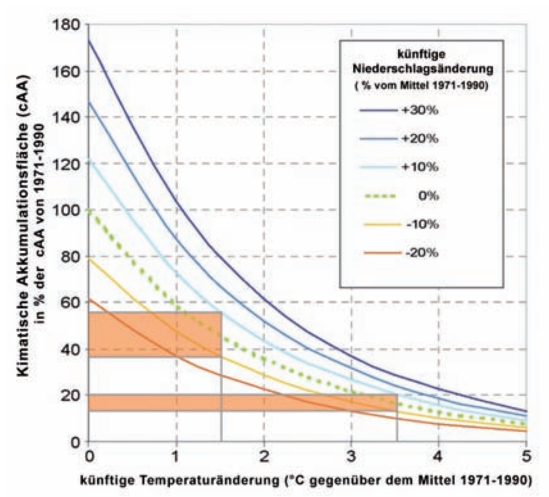


Abb. 52. Diagramm zur Abschätzung der künftigen Entwicklung der Alpengletscher. Die erwartete Temperaturänderung kann entlang der horizontalen Achse verändert werden, die 6 verschiedenfarbigen Ganglinien stehen für unterschiedliche Niederschlagsentwicklungen. An der vertikalen Achse kann die resultierende verbleibende Fläche mit aktiven Gletscher-Nährgebieten abgelesen werden (in % des Basiswerts 1971-1990, für den Gletscherhöhenmodelle aller Alpengletscher existieren). Zwei plausible Zustände für die Alpen in der Mitte und gegen Ende des 21. Jahrhunderts wurden hervorgehoben (IPCC-Modellwelt A1B, mit gut 1,5° Temperaturerhöhung bis 2050 und 3,5° bis 2100), wobei die sicherere Temperaturerwartung als Fixwert angenommen, die unsicherere Niederschlagserwartung zwischen -10% und +10% variiert wurde.

Quelle: Zemp, 2006

scher verschwinden bereits bei +2°, also in der A1B-Welt bald nach der Jahrhundertmitte. Beispiele für Gletscher, die auch noch im 22. Jahrhundert aktiv sein werden, sind die alpinen Eisriesen wie der Aletschgletscher, der Rhonegletscher, die beiden Grindelwaldgletscher, Mer de Glace, Glacier des Bossons, Gepatsch- und Hintereisferner, die Sulzbachkeese und die Pasterze. Sie alle und noch andere werden sich in Zukunft allerdings in stark verkleinerter Form präsentieren.

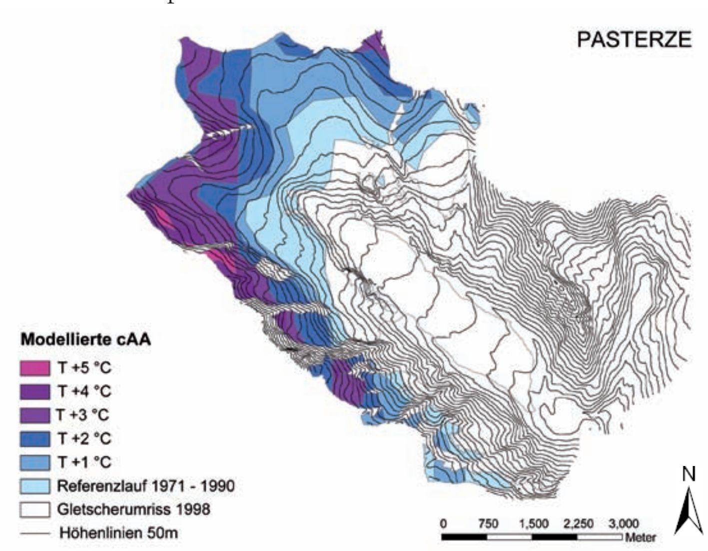


Abb. 53. Karte der verbleibenden aktiven potentiellen Nährgebiete der Pasterze in den Hohen Tauern nach unterschiedlich starken Temperaturzunahmen. Von +1 bis +5°C gegenüber dem Mittel 1971-1990.

Quelle: Zemp et al., 2006, angepasst und umgezeichnet

Doch zurück zu den Hohen Tauern. Was sagt das Modell für unsere relativ kleinen Gletscher mit den geringen Gipfelhöhen in der Goldberggruppe und für die höher hinaufreichende, größere Pasterze in der benachbarten Glocknergruppe? Die Abbildungen 53 und 54 zeigen in verschiedenen Farben die verbleibenden Gletschernährgebiete für verschieden starken Temperaturanstieg. Der Niederschlag wurde für diese Modellierung als gleich bleibend angenommen.

Die Modellläufe sagen der Pasterze noch ein vergleichsweise langes Leben voraus. Immerhin wären sogar bei einer Temperaturzunahme von +5°C noch sehr kleine Gebiete, nämlich 1% der Fläche aus dem Referenzlauf, vorhanden, in denen Akkumulation stattfinden könnte. Allerdings wären diese Flächen zu klein, um einen abschmelzenden Gletscher vor seinem Ende bewahren zu können. Beim Szenario +4°C werden nach diesem Modell noch etwa 7% der Akkumulationsfläche von 1971 – 1990 übrig bleiben. Bedenkt man, dass die Modellläufe für den gesamten Alpenraum durchgeführt wurden, und daher die Auflösung relativ grob (100 x 100m) ist, befindet man sich bei diesen beiden Szenarien im Bereich der Spekulation. Aber sie vermitteln einen Eindruck von den Größenverhältnissen zwischen Pasterze und Goldberggruppe, denn z.B. 7% des Akkumulationsgebietes der Pasterze hätten mit 1 km² Fläche immer noch ungefähr die heutige Größe des gesamten Wurtenkeeses.

Für die Pasterze würde bei +3° eine Abnahme der klimatischen Akkumulationsflächen um 74 % gegenüber der Referenzfläche bedeuten. Nach diesem Modell würde sich die Gleichgewichtslinie je nach Gelände, auf Seehöhen zwischen 3.150m und 3.200m Seehöhe einpendeln. Die höchste Erhebung in der Goldberggruppe ist der Hocharn mit 3254m Seehöhe. Um seinen Gipfel wird beim +3°C Szenario noch ein Fleckchen Akkumulations-

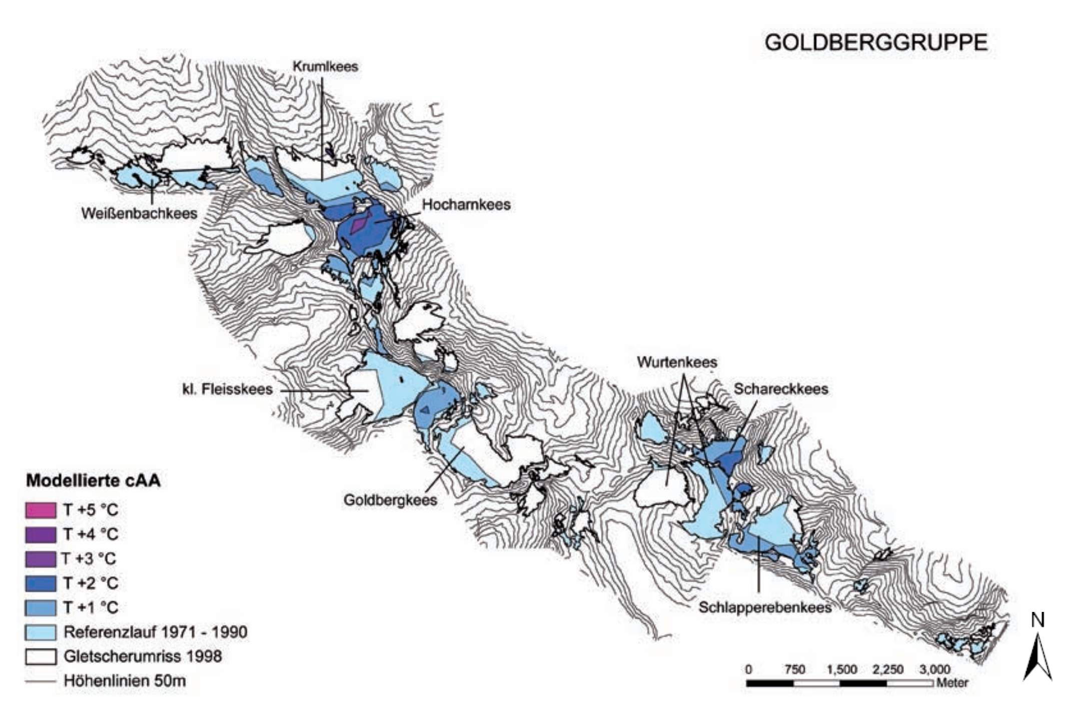


Abb. 54. Karte der verbleibenden aktiven potentiellen Nährgebiete der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern nach unterschiedlich starken Temperaturzunahmen. Von +1 bis +5°C gegenüber dem Mittel 1971-1990. Gleicher Maßstab wie die Pasterzenkarte

Quelle: Zemp et al., 2006, angepasst und umgezeichnet

fläche angezeigt. In Relation zur Referenzfläche würde aber schon bei einer Temperaturzunahme von 2°C die klimatische Akkumulationsfläche in der Goldberggruppe auf 12 % schrumpfen, in Absolutzahlen weniger als 1 km². Im Vergleich dazu würden bei +2°C für die Pasterze noch 46% des Gletschernährgebietes erhalten bleiben, das wären 6-7 km², ein Gebiet ungefähr in der Größe der gesamten Referenzfläche für die Goldberggruppe.

Bei einer Temperaturzunahme von 1°C und gleich bleibendem Niederschlag wird sich die klimatische Akkumulationsfläche auf der Pasterze auf 73% der Referenzfläche verkleinern. In der Goldberggruppe wird sich das Nährgebiet der Gletscher auf 40% der Referenzfläche verringern. Die Gleichgewichtslinie würde bei diesem Szenario um durchschnittlich 150m ansteigen. Ihre absolute Höhe lässt sich für so kleine Gebiete, wie die hier gezeigten, mit diesem Modell kaum abschätzen, da die Besonderheiten des Geländes in der groben Auflösung nicht berücksichtigt werden können. Neben den Zusammenhängen zwischen der Temperatur und den Niederschlägen an der Gleichgewichtslinie, auf denen das Modell beruht, gibt es noch wichtige lokale Faktoren, die das Entstehen von Akkumulationsflächen steuern. Ist das Gelände steil, kann sich kein Schnee halten, ist es nach Süden exponiert, erhält es mehr Sonneneinstrahlung, und der Schnee schmilzt früher, als in nordexponierten Lagen. Typisch ist auch der Triebschneeeintrag in Mulden und in von Bergkämmen geschützte Kare, die günstige Geländeformen für das Entstehen von Gletschern darstellen.

Wie schon auf den vorhergehenden Seiten erwähnt, ist es das Nährgebiet, welches einen Gletscher am Leben erhält. Auf der Pasterze wird man auch in den nächsten 100 Jahren noch Akkumulationsflächen, und dadurch Bewegung des Gletschers finden, auch wenn er sich immer weiter zurückzieht. Die meisten Gipfel der Goldberggruppe sind einfach zu niedrig, um bei einem Temperaturanstieg von +3°C noch Flächen über der Gleichgewichtslinie, und damit Akkumulationsflächen, zu besitzen. Gibt es kein Nährgebiet mehr, ist das Schicksal eines Gletschers besiegelt. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis das bewegungslos daliegende Eis endgültig verschwunden ist. Wir werden uns somit in der Zweitälerregion im Fall des wohl realistischen A1B-Szenarios gegen das Ende des 21. Jahrhunderts zu mit einer gletscherfreien Dreitausenderregion abfinden müssen, in der nur einige neue kleine Bergseen vom einstigen „ewigen Eis“ zeugen.

A7. Literatur

Auer I, Böhm R, Hammer N, Schöner W, Wiesinger T, Winiwarter W, 1995. Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Research programme Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik 12; 151 Seiten.

Auer I, Böhm R, Schöner W, 2001. ALOCLIM-Austrian Long-term Climate 1767-2000. Multiple Instrumental Climate Time Series from Central Europe. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, 25, 1-147. Publ.Nr. 397. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

Auer I, Böhm R, Leymüller M, Schöner W, Kaiser A, Scheifinger H, Langer M, Schneider S Häberli C, 2002. Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österr.Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 28, 305 S, 56 Farbkarten, 74 Farbabbildungen, 124 Schwarz-Weiß Abbildungen, 1 A3 Orthophotokarte + CD ROM. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Briffa K, Jones P, Efthymiadis D, Mestre O, Moisselin JM, Begert M, Brazdil R, Bochnicek O, Cegnar T, Gajic-Capka M, Zaninivic K, Majstorovic Z, Szalai S, Szentimrey T, 2005a. A new instrumental precipitation dataset in the greater alpine region for the period 1800-2002. International Journal of Climatology 25: 139-166.

Auer I, Matulla C, Böhm R, Ungersböck M, Maugeri M, Nanni T, Pastorelli R, 2005b. Sensitivity of frost occurence to temperature variability in the European Alps. International Journal of Climatology 25: 1749-1766.

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa W, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Efthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Stastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnar T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E, 2007. HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. International Journal of Climatology 27: 17-46

Auer I, Böhm R, Schöner W, 2009. The importance of high quality regional scientific information in coping with global climate change. Publication for World Climate Conference-3 in Geneva: Climate Sense, Tudor Rose, UK., 179-183.

Bard E, Raisbeck G, Yiou F, Jouzel J, 2000. Solar irradiance during the last 1200 years based on cosmogenic nuclides. TELLUS B 52: 985-992.

Berger A, Loutre MF, 1991. Insolation values for the climate of the last 10 million years. Quaternary Science Reviews 10: 297-317.

Binder D, 2009. Bestimmung der Eisdicken dreier Gletscher auf Basis von GPR-Daten.Technische Universität Wien. Diplomarbeit.

Binder D, Brückl E, Roch KH, Behm M, Schöner W, Hynek B, 2009. Determination of Total Ice Volume and Ice Thickness Distribution of Two Glaciers in the Hohe Tauern region (Eastern Alps) from Ground Penetrating Radar (GPR) Data. Annals of Glaciology 50(51): 71-79.

Böhm R, 1984. Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern, Teil 1: Das Wurtenkees, Entwicklung des Gletschers seit 1850. Jahresberichte des Sonnblickvereins 79-81 :3-59.

Böhm R, 1992. Kartometrische Daten der Vergletscherung der Goldberggruppe in den Hohen Tauern 1850-1992. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 29/2: 133-152.

Böhm R, Hammer N, Strobl J, 1983. Analyse der Veränderungen von drei benachbarten Gletschern in der Goldberggruppe der Hohen Tauern seit 1930. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft 125: 116-151.

Böhm R und Strobl J, 1987. Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern, Teil 2: Goldberggletscher und Kleines Fleißkees, Entwicklung der Gletscher seit 1850. Jahresberichte des Sonnblickvereins 82-83: 3-44.

Böhm R (coord.) and 36 co-authors, 2006. Final Report for RTD-project ALP-IMP (Multi-centennial climate variability in the Alps based on Instrumental data, Model simulations and Proxy data), EVK-CT-2002-00148. http://www.zamg.ac.at/ALP-IMP.

Böhm R, Schöner W, Auer I, Hynek B, Kroisleitner C, Weyss G, 2007. Gletscher im Klimawandel. Vom Eis der Polargebiete zum Goldbergkees. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Morava, ISBN 978-3-200-01013-0, 112 Seiten.

Büntgen U, Frank DC, Nievergelt D, Esper J, 2006. Summer temperature variations in the European Alps: AD 755-2004. Journal of Climate 19: 5606-5623

Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T, 2006. Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series, Int. J. Climatol., 26, 345-381.

Crowley TJ, 2000. Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years. Science 289: 270-277.
Demoser H, 2000. Obervellacher Lesebuch. Ein Streifzug durch Jahrtausende mit Geschichte aus dem Mölltal. Klagenfurt, Verlag Johannes Heyn.
EPICA community members, 2004. Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. Nature 429: 623-628.
Hübl A, 1912. Die stereophotogrammetrische Aufnahme des Goldberggletschers im August des Jahres 1909. Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 87: 153-160 plus eine Karte1:10.000.
Huber BT, McLeod KG, Wing SL, 2000. Warm Climates in Earth History. Cambridge University Press, New York, 462 Seiten.
Hynek B, 2007. Messungen zum Energiehaushalt am Goldbergkees. Universität Wien. Diplomarbeit.
Hynek B, 2008. Massenhaushalt 2003/04 bis 2005/06 der Gletscher in der Goldberggruppe. Jahresberichte des Sonnblickvereins 103-104: 39-91.
IPCC, 2007-1. Climate Change 2007 – The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 987 Seiten.
IPCC, 2007-2. Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 976 Seiten.
Jones PD, New M, Parker DE, Martin S and Rigor IG, 1999: Surface air temperature and its variations over the last 150 years. Reviews of Geophysics 37: 173-199.
Jurkovic A, Auer I, Böhm R, 2007. Extremereignisse – Auswertung täglicher Klimadaten der Gemeinden Flattach und Rauris. Projektbericht A Tale of Two Valleys – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/ZV_30.pdf.
Karl TR, Nicholls N, Ghaszi A, 1999. CLIVAR/GCOS/WMO Workshop on indices and indicators for climate extremes: Workshop summary. Climatic Change 42:3-7.
Kinzl H, 1928. Die Gletscher der Sonnblickgruppe in den Jahren 1896-1928. Jahresberichte des Sonnblickvereins 37: 12-18.
Kirchengast A, 2007a und 2007b. A Tale of Two Valleys, Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven. Band 1 (2007a), Ergebnisse qualitativer Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt, Band 2 (2007b), Zitatesammlung. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum-Research ForschungsGmbH.
Knees I, 1974. Zur Chronik und Synoptik von Unwettern in den österreichischen Südalpenländern. Dissertation, Universität Wien.
Koboltschnig G, 2007. Mehrfachvalidierung hydrologischer Eis- und Schneeschmelzmodelle in hochalpinen, vergletscherten Einzugsgebieten. Universität für Bodenkultur Wien. Dissertation.
Kroisleitner C, 2007. Der Einfluss der Gletscherschmelze auf die Wassertemperatur und die Wasserchemie des Gletscherbaches – eine statistische Indiziensuche am Sonnblick. Universität Wien. Diplomarbeit.
Kuhn M, 2008. Klimawandel und Gletscherschwund. In: Böhm R, Godina R, Nachtnebel HP, Pirker O, (Red.), 2008. Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft. Hrsg. Von BmLFUW und ÖWAV, Wien, 129-140.
Kyselý J, Kalvová J, Květoň V, 2000. Heat waves in the south Moravian region during the period 1961-1995. Studia Geophysica et Geodaetica, 44, 57-72 published by Kluwer Academic Publishers.
Lahnsteiner A und M, 1980. Mitter- und Unterpinzgau. 3. Auflage. Hollerbach, Pinzgau: Selbstverlag.

Lauscher F, 1986. Unwetterchronik des Pinzgau, Land Salzburg, seit 1501. Wetter und Leben 38: 26-36.

Lauscher F, 1973. Unwetter im Lande Salzburg im Zeitraum 1946-1970. Chronik und Wetterlagen. Festschrift für Hanns Tollner zum 70. Geburtstag. Schriften des Geographischen Instituts der Universität Salzburg, Band 3:143-167.

Lean J, 2000. Evolution of the Sun's Spectral Irradiance since the Maunder Minimum. Geophysical Research Letters 27: 2425-2428.

Lichtenecker N, 1936. Neue Gletscherstudien in der Sonnblickgruppe. Jahresberichte des Sonnblickvereins 44: 13-37.

Machacek F, 1899. Zur Klimatologie der Gletscherregion der Sonnblickgruppe. Jahresberichte des Sonnblickvereins 8: 3-34.

Matulla C, Schöner W, Alexandersson H, von Storch H, Wang XL, 2007. European storminess: late nineteenth century to present. Climate Dynamics DOI 10.1007/s00382-007-0333-y plus up-date bis 2008 als pers. Mitteilung des Erstautors.

Milanković M, 1941. Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem. Académie royale serbe. Editions speziales 132:XX, Belgrad, 633 Seiten.

Nakicenović N and Swart R (eds.), 2000. Special report on emission scenarios. A special report of working group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK, 599 Seiten.

Nicolussi K und Patzelt G, 2000. Discovery of early-Holocene wood and peat on the forefield of the Pasterze glacier, Eastern Alps, Austria. The Holocene 10: 191-199.

North Greenland Ice Core Project Members, 2004. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. Nature 431:147-151.

OGM Österreichische Gesellschaft für Marketing, 2005. Weißbuch Tourismus Kärnten Endbericht. Entwicklungsplan für Tourismus und Freizeit 2005-2015. http://3dak.get24.at/media/ppm_3dak_kaernten/Wei%C3%9Fbuch_Tourismus_K%C3%A4rnten_02_10_Gebote_f%C3%BCr_K%C3%A4rnten,_Vision_K%C3%A4rnten_2015___UPLOAD_0___UPLOAD_0.pdf.

Patzelt G, 2008. Sammelbericht über die Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins im Jahr 2007. Bergauf (früher „Mitteilungen des ÖAV") 62: 20-25.

Penck A, 1897. Gletscherstudien im Sonnblickgebiete. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1897: 52-71

Penck A und Brückner E, 1903. Die Alpen im Eiszeitalter. Tauchnitz Verlag, Leipzig.

Pfarramt Rauris, oA. Die Altmatriken (1630-1850), Die Geschichte der Pfarrkirche (1203-1973), Die Pergamenturkunden der Pfarre Rauris (1334 -1805). Pfarramt Rauris.

Pielke RA Jr, Gratz J, Landsea CW, Collins D, Saunders MA, Musulin R, 2008. Normalized Hurricane Damage in the United States: 1900-2005. Natural Hazards Review 9/1: 29-42.

Proske H und Granica K, 2007. Beurteilung von Verteilung und Dynamik geomorphologischer Prozesse in den Gemeinden Rauris und Flattach. Projektbericht A Tale of Two Valleys, JOANNEUM RESEARCH, Institut für Digitale Bildverarbeitung.

Richter E, 1888. Die Gletscher der Ostalpen. Handbücher zur Landes- und Volkskunde, Stuttgart, 306 Seiten.

Robertson A, Overpeck J, Rind D, Mosley-Thompson, Zielinski G, Lean J, Koh D, Penner J, Tegen I, Healy R, 2001. Hypothesized climate forcing time series for the last 500 years. Journal of Geophysical Research – Atmosphere 106: D14 p14783 (2000JD900469).

Sauberer F und Dirmhirn I, 1952. Der Strahlungshaushalt horizontaler Gletscherflächen auf dem Hohen Sonnblick. Geografiska Annaler 34: 261-290.

Slupetzky H und Slupetzky N, 1995. „Betref des Wachsthums der Kletscher und Kälterwerdung des Klimas“. Salzburger Geographische Materialien 23: 42 Seiten.
Schöner W, 1995. Schadstoffdepositionen in einer hochalpinen winterlichen Schneedecke am Beispiel von Wurtenkees und Goldbergkees (Hohe Tauern). Dissertation, Universität Salzburg, 130 Seiten plus Karten- und Tabellenanhänge.
Schöner W, Auer I, Böhm R, 2000. Climate variability and glacier reaction in the Austrian Eastern Alps. Annals of Glaciology 31: 1-37.
Schöner W and Böhm R. 2007. A statistical mass balance model for reconstruction of LIA ice mass for glaciers in the European Alps. Annals of Glaciology 46: 161-169.
Schöner W, Auer I, Böhm R, 2008. Long term trend of snow depth at Sonnblick (Austrian Alps) and its relation to climate change. Hydrological Processes 23: 1052-1063
Solanki SK, Usoskin IG, Kromer B, Schüssler M, Beer J, 2004. Unusual activity of the sun during recent decades compared to the previous 11.000 years. Nature 431: 1084-1087
Vincent L A, Zhang X, Bonsal B R, Hogg W D, 2002 : Homogenisation of daily temperatures over Canada, J. Climate, 15, 1322-1334.
Zemp M, 2006. Glaciers and Climate Change. Spatio-temporal Analysis of Glacier Fluctuations in the European Alps after 1850. Schriftenreihe Physische Geographie, Glaziologie und Geomorphodynamik 49: 67 Seiten plus 5 Publikationen und Programme im Anhang. Universität Zürich.
Zorita E, von Storch H, Gonzalez-Rouco FJ, Cubasch U, Luterbacher J, Legutke S, Fischer-Bruns I, Schlese U, 2004. Climate evolution in the last five centuries simulated by an atmosphere-ocean model: global temperatures, the North Atlantic Oscillation and the Late Maunder Minimum. Meteorologische Zeitschrift 13: 271-289.

B. Die Landschaft der beiden Täler

Herwig Proske, Klaus Granica, Renée Mudri-Raninger
Joanneum Research, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Wastiangasse 6, Graz

B1. Geologie und Geomorphologie

Die geologischen Rahmenbedingungen spielen für das Landschaftsbild eine entscheidende Rolle. Verschiedene Gesteinstypen reagieren nämlich sehr unterschiedlich auf die Einflüsse erosiver Kräfte (z.B. Witterung, Fließgewässer, Lawinen, Gletscher). Auch die tektonische Beanspruchung der Gesteine im Zuge von gebirgsbildenden Vorgängen ist, etwa durch die Bildung von Schwächezonen oder die Schrägstellung der Schichten, ein landschaftsprägender Faktor. Daher ist das Verständnis des geologischen Baus einer Landschaft eine wesentliche Voraussetzung für Analysen des Naturraums und der Landschaftsdynamik.

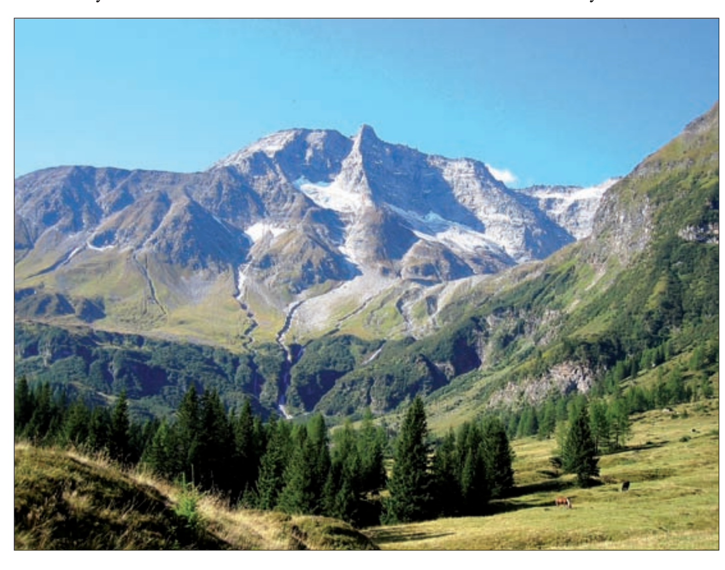


Abb. 1. Die von den eiszeitlichen Gletschern überfahrenen und dadurch abgerundeten Geländeformen der Grieswiesalm stehen im starken Kontrast zum schroffen Gipfel des Hohen Sonnblicks, der auch während der maximalen Ausdehnung der Gletscher aus den Eismassen herausragte.

Die Geologie der Hohen Tauern und damit auch die der Gemeinden Rauris und Flattach wird durch ein sogenanntes tektonisches Fenster geprägt, das als Tauernfenster bezeichnet wird. Im Zuge der Gebirgsbildung der Alpen wurden die ostalpinen Decken von Süden nach Norden über die westalpinen Einheiten (Penninikum) geschoben. Die penninischen Gesteine wurden unter dem Druck der auflastenden Gesteinsdecken auf etwa 500° C aufgeheizt und dadurch überprägt und zu schiefrigen Gesteinen umgewandelt. Außerdem wurden die plastisch gewordenen Gesteine in Falten gelegt. Die Erdkruste wurde dadurch verdickt, durch Auftrieb und isostatische Ausgleichsbewegungen tauchte die Region auf und bildet seit etwa 30 Millionen Jahren ein Hochgebirge (Blümel 2008). Da die ostalpinen Einheiten im Laufe langer Zeiträume wieder abgetragen wurden, konnten die darunter

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
© 2010 iup • innsbruck university press, ISBN 978-3-902719-44-7

liegenden penninischen Einheiten fensterartig zu Tage treten. Das Tauernfenster, das neben den Hohen Tauern auch die Zillertaler Alpen und Teile der Niederen Tauern umfasst, erstreckt sich vom Brenner bis zum Katschberg über eine Länge von ca. 160 km bei einer Breite zwischen 45 und 50 km.

In den Gemeinden Rauris und Flattach treten sowohl die Gesteine des Tauernfensters als auch jene der ostalpinen Umrahmung auf. Erstere umfassen sowohl Gesteine des Erdaltertums (Paläozoikum) als auch Formationen des Erdmittelalters (Mesozoikum). Im Folgenden werden einige charakteristische Gesteinstypen, die das Landschaftsbild prägen, beschrieben.

Ehemalige Granitintrusionen aus der Karbon- und Permzeit, die während der alpidischen Gebirgsbildung zu Gneisen umgewandelt wurden, werden als „Zentralgneise" bezeichnet. Sie liegen in Form mehrerer voneinander getrennter Kerne vor, wobei in den östlichen Hohen Tauern der Sonnblickkern, der Hochtor-Rotgüldenkern und der Hochalmkern unterschieden werden können. Der Tauernhauptkamm von der Arlthöhe über den Hohen Sonnblick bis zur Fraganter Scharte sowie der überwiegende Teil des Fraganter Tals werden von den Granitgneisen des Sonnblickkerns aufgebaut. Diese Gesteine sind meist hart und widerstandsfähig und damit für Verwitterungsvorgänge wenig anfällig. So sind auch Hänge, die von Gneisen aufgebaut werden, nur selten von Rutschungen betroffen.

Im Seidlwinkltal bilden Gesteine, die aus der Triaszeit stammen, eine charakteristische geologische Einheit. Grünliche bis graue Quarzite bilden die Basis, gipsführende Rauhwacken liegen darüber. Die Hauptmasse dieser Einheit wird aber von Kalken und Dolomiten gebildet, die durch ihre gelbbraune Verwitterungsfarbe auffallen.

Die Hauptmasse der Gesteine des Tauernfensters bilden aber die „Bündner Schiefer", eine Abfolge von Kalkphylliten, Glimmerschiefern und Quarziten mit Einschaltungen von Prasiniten und anderen Grüngesteinen. Diese Gesteine entstanden durch die Metamorphose im Zuge der Gebirgsbildung aus kalkigen, tonigen und sandigen Meeresablagerungen des ehemaligen Penninischen Ozeans, in die immer wieder basische Vulkanite eingeschaltet waren. Großräumig begleiten diese Schichten, die altersmäßig aus der Jura- und Kreidezeit stammen, den Unterlauf des Seidlwinkltales, das Hüttwinkl- und das Rauriser Tal. Weitgehend glatte, aber doch steil abfallende Hänge sind ein typi-

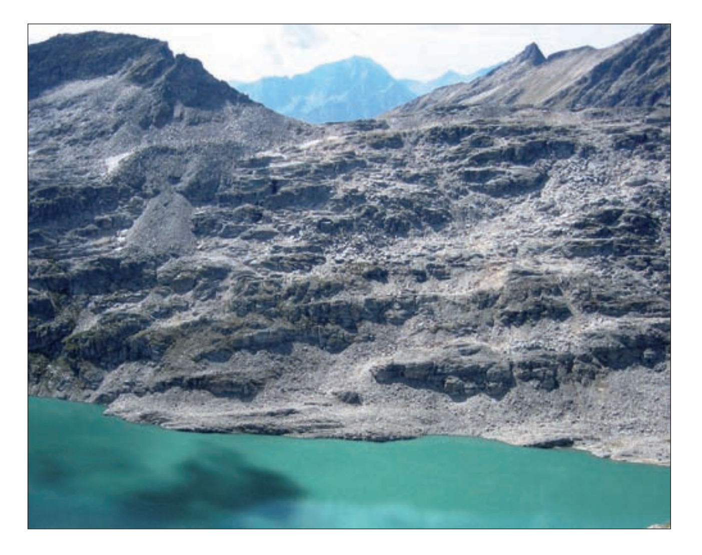


Abb. 2. Im Wurtenkar sind die Zentralgneise großräumig durch horizontale Lagerung der Schieferung charakterisiert, wodurch die hier typischen und das Landschaftsbild prägenden horizontalen Bankungstreppen bedingt sind.

sches Merkmal der diese Täler begleitenden Gebirgszüge. Die generell wenig verwitterungsbeständigen schiefrigen Gesteine neigen häufig zu Gleitungen und Rutschungen. Einlagerungen von härteren Gesteinen sind morphologisch als Härtlinge herausmodelliert.

Am nordöstlichen Rand des Tauernfensters liegt eine Zone mit Kalken, die Klammkalkzone. Sie ist nach den zahlreichen Klammen, zu denen sich die Täler verengen, sobald sie den Klammkalk durchqueren, benannt. In den harten, schwer verwitterbaren Kalken und Kalkmarmoren liegt auch die Kitzlochklamm als Einschnitt der Rauriser Ache nach dem Rückgang des eiszeitlichen Salzachgletschers. Nach dem Anstieg der Straße vom Salzachtal in das Raurisertal („Rauriser Höhe") wird der dunkel- bis schwarzgraue, weiß geäderte Klammkalk in einem Steinbruch abgebaut.

Die Umrahmung des Tauernfensters besteht aus Gesteinen der ostalpinen Deckensysteme. Im Norden ist dies die bereits außerhalb des Gemeindegebiets von Rauris liegende Grauwackenzone, im Süden das Kristallin der Sadnig-Gruppe, das Kristallin der Kreuzeck-Gruppe sowie die Matreier Zone. In der Großfragant bildet die Matreier Zone eine tektonische Mischserie mit einer großen Vielfalt von Gesteinen: Quarzphyllite, Quarzite, helle Marmore, Schwarzphyllite, Kalkmarmore und Grünschiefer. Südwestlich anschließend sind die Gesteine der Sadnig- und – südlich der Möll – der Kreuzeckgruppe zu finden. Dabei handelt es sich meist um einförmige Glimmerschiefer und Paragneise.



Abb. 3. Blick von der Wasserfallhöhe auf den Ritterkopf zwischen dem Krumltal und dem Hüttwinkltal. Der Ritterkopf wird von einer Wechselfolge von Kalkglimmerschiefern und Grünschiefern (Prasiniten) aufgebaut. Steil abfallende, wenig gegliederte Hänge mit großen Höhenunterschieden, Rinnenerosion und verschiedene Typen von Massenbewegungen prägen das Landschaftsbild in dieser als Bündner Schiefer bezeichneten geologischen Einheit.

Für die Entstehung des heutigen Landschaftsbildes in den Alpen war vor allem die jüngste geologische Vergangenheit (d.h. die letzten etwa 1,8 Millionen Jahre) ausschlaggebend. Diese als Pleistozän bezeichnete Phase war durch einen oftmaligen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten geprägt. Im Kapitel 3 des Abschnitts A werden die klimatischen Aspekte dieses Zeitabschnitts detaillierter behandelt. Während der Kaltzeiten führte die Vergletscherung der Hohen Tauern zur Entwicklung eines Eisstromnetzes, aus dem nur die höchsten Gipfel und Grate herausragten (Van Husen 1987). Das Maximum der letzten hocheiszeitlichen Vergletscherung (Würm-Eiszeit) wurde vor ca. 23.000 bis 24.000 Jahren erreicht (Patzelt 2002, Fritz & Ucik 2001). Der in den Hohen Tauern wurzelnde Salzachgletscher reichte über Salzburg ins Alpenvorland hinaus und der Draugletscher bis östlich von

Klagenfurt. Die Klimaerwärmung und als Folge davon der Eiszerfall und Gletscherrückgang setzte vor ca. 20.000 Jahren ein. Vor etwa 16.700 Jahren wurde die Klimaerwärmung noch einmal für einige hundert Jahre unterbrochen. Die Talgletscher stießen vor und alle Tauerntäler waren mit Einzelgletschern gefüllt, die zum Teil auch das Salzach- bzw. das Mölltal erreichten (Gschnitzstadium). Der letzte größere Kälterückfall der Würm-Eiszeit fand mit der „jüngeren Dryas“ vor ca. 12.000 Jahren statt.

Die mächtigen eiszeitlichen Gletscher waren besonders wirksame Landschaftsformer. Glazial geformte Täler besitzen in der Regel eine markante U-Form und werden als Trogtäler bezeichnet. Das Krumltal, das Seidlwinkltal und das Rauriser Tal zwischen Wörth und der Einmündung in das Salzachtal sind schöne Beispiele für derartig geformte Täler. In den eiszeitlichen Eisstromnetzen konnten die Gletscher auch Wasserscheiden überfließen und diese formen. Die aus den Eismassen herausragenden, nicht durch Gletscheraktivität geformten Gipfel und Grate unterscheiden sich heute durch ihre schroffen Formen deutlich von den stärker gerundeten niedrigeren Bereichen. Der Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks ist ein derartiges Beispiel.

Die Aktivität der eiszeitlichen Gletscher hat aber nicht nur die Formung der Landschaft durch den Gesteinsabtrag, sondern in vielen Gebieten auch die Ablagerung von zerkleinerten und vom Gletscher mitgeführten Gesteinsfragmenten zur Folge gehabt. Diese Lockersedimente, die als Moränenablagerungen bezeichnet werden, besitzen in beiden Gemeinden weite Verbreitung. Die Schuttablagerungen bestehen aus Material verschiedener Korngrößen, von tonigen Partikeln bis hin zu großen Blöcken. Endmoränen, die am Gletscherende abgelagert wurden, treten im Landschaftsbild als typische Wallformen hervor und ermöglichen die Rekonstruktion der größten Gletscherausdehnungen. Grundmoränen, die aus dem an der Gletscherbasis und innerhalb des Gletschers transportierten Material bestehen, verkleiden dagegen schürzenartig viele Hänge. Diese gewaltigen Schuttmassen sind deswegen von großer Bedeutung, weil Teile davon bei Starkniederschlägen von den Wildbächen immer wieder in Form von Muren ins Tal transportiert werden. An den Einmündungen der Seitentäler haben sich durch diese Aktivität der Wildbäche teils mächtige Schwemm- und Murenkegel aufgebaut. Diese waren in der Vergangenheit trotz der Murengefahr bevorzugte Siedlungsplätze, da sie von den häufig auftretenden Talhochwässern nicht betroffen waren.



Abb. 4. Blick von Wörth nach Norden. In diesem Abschnitt ist das Raurisertal als typisches Trogtal, dessen Entstehung auf die Aktivität der eiszeitlichen Gletscher zurückzuführen ist, ausgebildet. Der breite Talboden zwischen Wörth und Rauris ist der Hauptsiedlungsraum des gesamten Raurisertals. Die Siedlungen wurden ursprünglich bevorzugt auf den Schwemmkegeln der Seitentäler errichtet.

Nach dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher schwankten Klima und Gletscherausdehnung mehrmals, aber im Vergleich zum pleistozänen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten mit deutlich geringerer Amplitude. Die Kare in den zentralen Teilen der Hohen Tauern wurden am häufigsten durch die vorstoßenden bzw. zurückweichenden Gletscher überformt. Daher sind dort teilweise auch sehr ausgeprägte und zu Karterrassen erweiterte Formen zu finden.

Nach dem Gletscherrückzug fanden großräumige und tiefgründige Massenbewegungen statt, die gebietsweise das Landschaftsbild prägen. Diese sind unter den Bezeichnungen „Bergzerreißung" oder „Talzuschub" bekannt. In dieser Hinsicht stellt die Ostflanke des Hüttwinkltals eine besonders aktive Region dar. Die Hänge sind durch zahlreiche Stufen und Verebnungen gegliedert, im Kammbereich findet man Doppelgrate und Turmbildungen. Die Ursachen für diese Prozesse sind im geologischen Bau und in der nacheiszeitlichen Entwicklungsgeschichte zu finden. Im Mölltal finden sich Bergzerreißungen und Talzuschübe in erster Linie in der gegen das Mölltal abfallenden Südost-Flanke der Sadniggruppe. Die Bewegungen sind heute zwar überwiegend zum Stillstand gekommen, teilweise können sie aber auch nach wie vor andauern.

Auch die Ablagerungen großer Bergstürze fallen ins Auge. So ist etwa nach dem Rückgang der eiszeitlichen Gletscher aus der Ostflanke des Grieswies-Schwarzkogels westlich von Kolm Saigurn ein gewaltiger Bergsturz abgegangen, dessen Ablagerungen die Grieswiesalm und an der gegenüberliegenden Talflanke den Großteil des Durchgangwaldes (Rauriser Urwald) aufbauen. Östlich vom Mitterkarkopf ist die Abrisswand des Bergsturzes von Bucheben zu finden, auf dessen Ablagerungen die Ortschaft Bucheben und die Untersteinalm liegen (Hellerschmidt-Alber 1998). Im Gemeindegebiet von Flattach prägt ein postglazialer Granitgneis-Bergsturz vom Rubitschbichl mit seinen grobblockigen Ablagerungen das Landschaftsbild im Bereich der Siedlung Innerfragant.

Lockergesteinsablagerungen, die in manchen Gebieten die Landschaft prägen, sind schließlich auch auf die Bergbauaktivitäten des Menschen in der Vergangenheit zurückzuführen. Bergbauhalden konzentrieren sich besonders auf die Osthälfte des Vogelmaier-Ochsenkars (Bergbaugebiet des Hohen Goldberges) und die Großfragant.



Abb. 5. Rechte Randmoräne des Höchststandes von 1850 des Goldbergkeeses

B2. Naturgefahren in Vergangenheit und Zukunft – Auswirkungen auf den Lebensraum

Besonders spannend wird Geologie dann, wenn durch Interaktionen mit klimatischen Faktoren Prozesse ausgelöst werden, die den menschlichen Lebensraum betreffen und in vielen Fällen auch bedrohen. Besonders oft geschieht dies im hochalpinen Raum, der durch hohe Reliefenergien, komplexe geologische Verhältnisse und oft extreme Witterungsverhältnisse charakterisiert ist.

Geomorphodynamische Prozesse, die in der weiter zurück liegenden Vergangenheit, vor allem im Anschluss an den Rückzug der Gletscher nach dem letzten eiszeitlichen Gletschermaximum, das Landschaftsbild geprägt haben, können heute vielfach noch auf Grund des geomorphologischen Erscheinungsbildes in der Landschaft nachgewiesen werden. Besonders eindrucksvoll sind die bereits im Kapitel B1 beschriebenen Ablagerungen zahlreicher großer Bergstürze sowohl im Hüttwinkltal als auch im Fraganttal. Diese Bergstürze weisen alle ein Alter von mindestens einigen 1000 Jahren auf.

Schwerpunkt dieses Abschnitts sollen aber Prozesse sein, die zwar kleinere Dimensionen aufweisen, aber relativ häufig und in Gebieten, die von Menschen genutzt werden, auftreten. Damit stellen sie für die Bevölkerung der Gemeinden Rauris und Flattach eine direkte Bedrohung dar. In erster Linie handelt es sich dabei um gravitative Prozesse wie Lawinen, Muren, Rutschungen, Fels- und Bergstürze und Steinschlag sowie um Talhochwässer. Rein meteorologische Gefahren wie Unwetter und Sturm wurden bereits im Klimakapitel A5 betrachtet.

Naturgefahren, die in den letzten ca. hundert Jahren von Bedeutung waren, können an Hand von Archivunterlagen detailliert erfasst werden. Besonders informativ sind in dieser Hinsicht die bei der Wildbach- und Lawinenverbauung vorhandenen Unterlagen. Ergebnisse von Geländeerhebungen und Kartierungen sowie die Auswertung von Luftbildern ergänzen diese Archivangaben, um ein möglichst vollständiges Bild über die derzeitige Situation zu erhalten. Die Analyse vergangener Ereignisse auf Basis exakter Ereignisdokumentationen sowie die detaillierte Erfassung der naturräumlichen Verhältnisse im Gelände und mittels moderner Werkzeuge der Fernerkundung bilden auch die Basis für einen vorsichtigen Blick in die Zukunft.

Grundsätzlich sind für die Beurteilung der Gefährdung (Größe und Wahrscheinlichkeit) Kenntnisse über die Disposition und Auslösung von Prozessen, die den menschlichen Lebensraum gefährden können, notwendig. Mit dem Begriff „Disposition“ wird der Systemzustand erfasst, der ganz allgemein die Anfälligkeit eines Gebietes für die Entstehung und Auslösung von Prozessen beschreibt. Er ist nicht konstant, sondern mehr oder weniger großen zeitlichen Variationen unterworfen (Bollinger et al. 2000).

Im Allgemeinen werden zwei Arten von Dispositionen unterschieden:

Grunddisposition: Über längere Zeiträume (Jahrzehnte, Jahrhunderte) mehr oder weniger konstante Anfälligkeit eines Gebietes für die Entstehung gewisser Prozesse. Dabei handelt es sich um geologische und hydrogeologische Gegebenheiten (z.B. Schuttproduktion, Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Lithologie), Reliefeigenschaften (Exposition,

Reliefenergie) klimatische Faktoren und die Landbedeckung. Durch einen längerfristigen Trend (Temperaturanstieg, Veränderung der Landbedeckung) kann sich die Grunddisposition für Naturgefahren verändern.

Variable Disposition: Sie beschreibt kurzfristig (Tage, Wochen, Monate) variierende Zustandsgrößen (saisonale Unterschiede, z.B. hinsichtlich der Niederschlagsmengen, der Temperatur, des Wasserhaushalts und der Vegetation).

Ausgelöst wird ein Prozess dann, wenn bei gegebener Disposition der Schwellenwert eines relevanten auslösenden Einflussfaktors (z.B. Niederschlag) erreicht bzw. überschritten wird. Je höher die aktuelle Disposition zur Auslösung eines Prozesses ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Schwellenwert eines auslösenden Faktors erreicht wird.

Eine scharfe Trennung zwischen Grunddisposition, variabler Disposition und auslösendem Ereignis ist zwar nicht immer möglich, trotzdem ist diese Gliederung vor allem für die Beurteilung des Veränderungspotenzials von Einflussgrößen hilfreich. Mögliche Entwicklungen in den Gemeinden Rauris und Flattach sollen im Folgenden für die Prozesse Muren, Rutschungen, Steinschlag/Felssturz, Bergsturz, Lawinen und Hochwasser unter Bezugnahme auf das beschriebene Dispositionskonzept aufgezeigt werden.

Muren

Durch Wildbäche können nicht nur Hochwässer und Überschwemmungen ausgelöst werden. Die Hauptgefahr von Wildbächen stellt das durch das Wasser transportierte Geröll (das „Geschiebe“) dar, das im Extremfall in Form von Muren große zerstörerische Kräfte entfalten kann.

Gemäß der Definition des Forstgesetzes liegen im Gemeindegebiet von Rauris 17 Wildbacheinzugsgebiete, welche im Geißbach und im Vorsterbach je 7 Teileinzugsgebiete aufweisen. Im Gemeindegebiet von Flattach befinden sich 10 Wildbacheinzugsgebiete. Die meisten dieser Wildbäche können bei extremen Niederschlagsereignissen und dadurch ausgelösten Hochwässern und Muren Schäden im Siedlungsraum bewirken, so dass sie im Rahmen der Erstellung der Gefahrenzonenpläne durch den Forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung im Detail untersucht wurden.



Abb. 6. Schwemmkegel des Wollinitzbachs in Kleindorf nach dem Murenereignis vom 18./19.8.1966 (Foto: Archiv WLV)

Wildbachkatastrophen werden sowohl im Rauriser Tal als auch in den Seitentälern des Mölltals vor allem dadurch ausgelöst, dass

es im Zuge von meist kleinräumigen Starkniederschlägen in den Wildbächen zu Grabenausräumungen und seitlichen Hangeinrutschungen kommt. Zusammen mit den oft großen Holzmengen bewirken diese Prozesse Aufstauungen und Verklausungen, wodurch sich in weiterer Folge schwallartige Entladungen mit Murstößen bis über die Schwemmkegel ergeben. Allerdings haben in der Vergangenheit auch lang anhaltende Landregen zu großen Schäden geführt. Derartige Situationen treten besonders häufig im Zusammenhang mit Tiefdruckentwicklungen im westlichen Mittelmeer im Südstau der Alpen auf. So wurden etwa die katastrophalen Hochwässer und Muren im gesamten Mölltal und damit auch in der Gemeinde Flattach in den Jahren 1965 und 1966 durch solche lang anhaltenden Niederschläge ausgelöst. Die stark vom Murgeschehen überformten Schwemm- bzw. Murkegel belegen die starke Wildbachtätigkeit eindrucksvoll.



Abb. 7. Schwemmkegel des Vorsterbachs nach der Wildbachkatastrophe im August 1932 (Foto: Talmuseum Rauris)

Als besonders gefährlich werden durch die Wildbach- und Lawinenverbauung in der Gemeinde Rauris der Gstatter Bach, der Teufenbach, der Vorsterbach und der Geißbach sowie in der Gemeinde Flattach der Klausenkofelbach, der Wollinitzbach und der Reißbach eingestuft. Für diese Bäche sind in den ausgewerteten Aufzeichnungen und Archiven besonders viele bzw. schwere Hochwasser- und Murenereignisse verzeichnet.

In der Gemeinde Rauris hatte die Katastrophe vom 29./30.8.1932 am Vorsterbach besonders schwerwiegende Folgen. In einem Erhebungsbericht der Bauleitung der Wildbachverbauung für den Pongau heißt es unter anderem:

„Um 11 Uhr nachts des 29. August, zu welcher Zeit der ganze Pinzgau von Gewittern umzogen war, ging über dem Vorsterbach ein lang andauernder Wolkenbruch nieder. Die außerordentlichen Niederschläge sammelten sich in den grossen Alpsflächen seines Einzugsgebietes, gelangten infolge ihrer Menge rasch zu Tale, fanden in den lockeren durchnässten Lehneneinhängen, sowie den locker überwachsenen Schutthalden des Talbodens einen Geschiebezuwachs und entstand plötzlich eine ungeheure Muhre, welche je nach Konfiguration des Durchflussprofiles und des Tallaufes eine Höhe von 6 – 12 m (!) erreichte. Von den bedeutenden, zu Tale geförderten Geschiebemassen macht der nun vollkommen verwüstete Schuttkegel ein Bild, der auf eine Länge von 900 m und eine Breite von ca. 400 m mit gröbstem Geschiebe überlagert wurde. (…) Der vormals gut mit Erlen verwachsene Grabenlauf wurde auf ca. 3 km Länge vollkommen verwüstet und ist insbesondere eine zusammenhängende Austiefung desselben von 3 – 6 m bemerkenswert.

Es erscheint begreiflich, dass der ungeheuren Wucht der außergewöhnlichen Hochwasserwelle nichts standhalten konnte, was ihren Tallauf hinderte. Dem Hochwasser fielen sämtliche Brücken, Wehranlagen, im Bache stehende Mühlen zum Opfer und wurden auch alle bisherigen Verbauungsanlagen, bis auf die im rechten Lehnenhange bei hm 17,80 errichtete Entwässerung vollkommen abgetragen oder zerstört. Ein im Vorjahre bei hm 18,90 errichtetes höheres Holzquerwerk wurde durch den Anprall eines ca. 15 m³ großen Felsblockes, der ca. 80 m tiefer liegen geblieben ist, bis zur Mitte abgebrochen. (…) Ein Haus am Schuttkegel, links bei hm 5 gelegen, wurde zum Einsturze gebracht, ein dazu gehöriger neuer Stall vollkommen abgeschwemmt. Aus diesem einsinkenden Hause wurden 4 Kinder und eine Frau mühevoll gerettet, doch ist trotz der um 1 Uhr nachts eingesetzten, dem Vernehmen nach außerordentlich wagemutigen Hilfeleistung der Nachbarn und herbeigeeilten Bewohner von Rauris bei dieser Katastrophe ein Menschenleben zu beklagen.“




Abb. 8 und 9. Schadensbilder aus Vorstanddorf vom 30.8.1932 (Fotos: Archiv WLV)

In der Gemeinde Flattach war bei den katastrophalen Ereignissen von 1965 und 1966, die älteren Einwohnern noch lebhaft in Erinnerung sind, das am Schwemmkegel des Wollinitzbachs gelegene Ortsgebiet von Kleindorf besonders betroffen. Über die auslösenden Niederschläge wurde auch bereits im Kapitel A5 berichtet. Ein Bericht im Archiv der Wildbach- und Lawinenverbauung mit einem Interview des Feuerwehrkommandanten und Bürgermeisters der Gemeinde Flattach Michael Wallner über die Ereignisse von August 1966 enthält eine Reihe von interessanten Details:

„In der Nacht zum 16. August setzte ein Dauerregen, teilweise mit heftigen Gewittern begleitet, ein und dauerte mit nur sehr kurzen Unterbrechungen bis zum Nachmittag des 18. August an. Die Schneefallgrenze sank am 17. August (2. Niederschlagstag) bis gegen 1.700 m ab, stieg aber bald wieder soweit an, daß der gesamte Neuschnee in den Hochlagen wieder weggeregnet wurde. (…) Am 18. August (3. Niederschlagstag) vormittags brach der Bach zum ersten Mal aus. Bei diesem ersten großen Murgang fanden drei Menschen (…), die bei der Flucht offensichtlich in die falsche Richtung gelaufen sind, den Tod. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte die Geschiebeführung in Schüben mit Zeitabständen von ½ bis 1 Stunde. Um die Mittagsstunden hörten die intensiven Dauerniederschläge auf, die Hochwasser- und Geschiebeführung setzte sich jedoch unvermindert fort. In der darauffolgenden Nacht um ca. 2 Uhr ging die größte Mure auf Kleindorf nieder.

Zuerst war ein starkes Zittern des Bodens und ein lautes Poltern zu vernehmen. Anschließend bewegte sich die Mure, begleitet von Funkenflügen und Murengestank, über Kleindorf hinweg, wobei nacheinander das Krachen der Dachstühle der weggerissenen Häuser zu hören war. Die Ursache dieser Mure war der Anbruch im Muckental, wo mehrere hunderttausend m³ Material in den Wollinitzbach gerieten. (…)

Durch die Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung soll sicher gestellt werden, dass gefährdete Flächen in Zukunft von sensiblen Nutzungen (Besiedlung, Infrastruktur) frei gehalten werden bzw. dass bestehende Objekte durch technische Maßnahmen geschützt werden. Verbauungsmaßnahmen wie Staffelungen, Sperren, Murenbrecher, usw haben in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Bereichen zu einer wesentlichen Verbesserung der Gefahrenlage geführt.

Für eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Murganggefahr nach dem Dispositionskonzept ist zu berücksichtigen, dass Murgänge in ihrer Entstehung und in ihrem Ablauf sehr komplexe Prozesse sind, bei denen eine große Zahl von Einflussfaktoren zu berücksichtigen ist. Die Grunddisposition wird zum einen wesentlich vom Relief bestimmt. Als zweiter entscheidender Faktor sind die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, und zwar vor allem die vorherrschende Lithologie des Grundgebirges, der Zerlegungsgrad und die Verwitterbarkeit der Gesteine sowie Art und Mächtigkeit der quartären Lockersedimentauflage (z.B. eiszeitliche Moränen) zu nennen. Auch die Lagerungsverhältnisse der Gesteine und ihre Wasserdurchlässigkeit spielen eine wesentliche Rolle. Eine erhöhte Grunddisposition für Muren weisen häufig geomorphologische Einheiten auf, die durch großräumige, bereits zum Stillstand gekommene Bergzerreißungen und Talzuschübe geprägt sind, wie es etwa auf der östlichen Talseite des Hüttwinkltales der Fall ist. Die Ursache dafür liegt in der im Zusammenhang mit den Bewegungen hervorgerufenen Gesteinszerlegung.

Die Menge des Oberflächenabflusses und die Mobilisierung von Feststoffen hängen weiters stark von den Vegetationsverhältnissen im Einzugsgebiet ab. Durch die kontinuierliche Waldzunahme im 20. Jahrhundert hat sich sicher eine Verbesserung im Hinblick auf die Murengefahr ergeben. Auch die prognostizierte weitere Waldzunahme sollte sich langfristig positiv auswirken. Wie Untersuchungen zeigen (z.B. Tasser & Tappeiner 2007), ist allerdings gerade die Phase der Brachlegung von extensiv bewirtschafteten Flächen und der allmählichen Umwandlung in Wald durch ein erhöhtes Erosionsrisiko gekennzeichnet. Erst wenn die Durchwurzelung mit dem Aufkommen von hochwüchsigen Zwergstrauchbeständen und Jungbäumen zunimmt, reduziert sich dieses Risiko wieder.

Auch der in den letzten Jahrzehnten beobachtbare rasche Rückgang der Gletscher kann die Murganggefahr beeinflussen. Der Gletscherrückzug hat zur Vergrößerung der Gletschervorfelder geführt, wo erosive Kräfte verstärkt angreifen können. Im Zusammenhang mit dem Rückgang des alpinen Permafrosts kann eine Veränderung der Disposition für Muren dadurch eintreten, dass es durch das Abschmelzen des Eises in den Lockersedimenten zu einer leichteren Mobilisierbarkeit dieses Materials kommt (Krainer 2007). In den Gemeinden Rauris und Flattach liegen die meisten potenziellen Permafrostgebiete allerdings nicht in der Nähe von besiedelten oder intensiv genutzten Talabschnitten, so dass durch eine eventuell erhöhte Murgangaktivität in Folge der erwähnten Prozesse keine größeren

Schäden zu erwarten sind. Betroffen könnten in erster Linie der Hochgebirgstourismus (vor allem Wege und Steige) und einige almwirtschaftlich genutzte Gebiete sein.

Die variable Disposition für Murgänge wird vor allem durch den unterirdischen Wasserhaushalt, insbesondere die Wassersättigung der Böden bestimmt. Die hydro-meteorologische Vorgeschichte beeinflusst die relevanten Materialeigenschaften entscheidend. Längere Regenperioden oder die Schneeschmelze können einen Lockermaterialkörper sättigen, einen hohen Porenwasserdruck aufbauen und so die Stabilität stark reduzieren. Ein weiterer wesentlicher Faktor ist der aktuelle Zustand des Wildbachgerinnes. Dabei geht es vor allem um die Verfügbarkeit von mobilisierbarem Geschiebe entlang der Gerinnesohle, um größere Geschiebeansammlungen und um die Möglichkeit von Verklausungen durch umgestürzte Bäume. Ob und wie sich die Niederschlagsmuster, welche die variable Disposition für Murgänge beeinflussen, in Zukunft verändern werden, ist auch auf Basis der neuesten Klimamodellierungen nicht verlässlich vorhersagbar. Bei höheren Temperaturen und einem damit verbundenem geringeren Schneeanteil am Niederschlag wird sich die aktuelle Disposition für die Auslösung von Murgängen eher erhöhen.

Auslösende Ereignisse für Murgänge sind in den Alpen fast immer hydrologischer Natur. Bei niederschlagsabhängigen Ereignissen können zwei Typen unterschieden werden: Konvektive Starkniederschläge (Gewitter mit einer hohen Intensität aber einer relativ kurzen Dauer) und lange Regenperioden (lang anhaltende Regenperioden mit mittleren oder niedrigen Intensitäten und einer hohen Regensumme, teilweise mit einhergehender Schneeschmelze).

Auch niederschlagsunabhängige Ereignisse können zu Murgängen führen, sie sind von ihrer Zahl her aber von untergeordneter Bedeutung. So können beim Ausbruch von moränen- oder eisgestauten Seen oder von Wassertaschen in Gletschern durch die plötzliche Freisetzung großer Wassermassen Murgänge entstehen, welche von der Größe her keine historische Parallele haben (Haeberli 1983). Sie ereignen sich vor allem während der Schnee- und Gletscherschmelze im Hochgebirge in den Sommermonaten. Die Entwicklung von Gletscherseen im Zungenbereich der Gletscher sollte in diesem Zusammenhang im Auge behalten werden. Auch das Kollabieren von Verklausungen (z.B. infolge von Uferrutschungen) kann einen Auslösemechanismus für Murgänge darstellen.

Wie sich die Häufigkeit von auslösenden Ereignissen in Zukunft entwickeln wird, ist kaum vorhersagbar. Bisher hat die Häufigkeit von Extremniederschlagsereignissen trotz der höheren Temperaturen in den vergangenen Jahrzehnten jedenfalls noch nicht zugenommen (Auer et al. 2007).

Rutschungen

Ähnlich komplex wie bei Muren stellt sich das Bild bei Rutschungen dar. Dazu kommt, dass der Begriff „Rutschung" eine große Zahl sehr unterschiedlicher Prozesse umfasst – von oberflächennahem Bodenkriechen über meist rasch ablaufende Translationsrutschungen und tiefgründigere Rotationsrutschungen bis hin zu sehr langsam ablaufenden und tiefgründigen Großhangbewegungen.

Rutschungen treten in den beiden Tälern immer wieder auf, wobei die aktivsten Hangbewegungen oft im Zusammenhang mit Hangunterschneidungen durch Wildbäche zu sehen sind. Besonders Hänge in den Bündner Schiefern, in den Gesteinen der Matreier Zone und in der mächtigen eiszeitlichen Moränenbedeckung neigen zu Rutschungen. Beispiele dafür finden sich in der Gemeinde Rauris unter anderem in den Einzugsgebieten des Geißbachs, des Vorsterbachs, des Teufenbachs und des Einödgrabens, in der Gemeinde Flattach in den Einzugsgebieten des Klausenkofelbachs, des Großfragantbachs, des Wollinitzbachs und des Reißbachs. Dagegen sind die Hänge in den Zentralgneisen und in den Karbonatgesteinen weitgehend stabil.

Generell wird die Grunddisposition für Rutschungen wieder hauptsächlich vom Relief sowie von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen bestimmt. Bezüglich des Reliefs sind die Stabilitäts- und Gleichgewichtsbedingungen wesentlich, insbesondere im Zusammenhang mit Hangunterschneidungen entlang von Wasserläufen oder durch technische Eingriffe. Zukünftige intensive Erschließungsmaßnahmen (z.B. Wegebau) können daher die Rutschungsdisposition erhöhen. Weitgehend die gleichen Faktoren wie bei Muren kennzeichnen die geologische Grunddisposition. Schließlich beeinflussen auch wieder die Vegetationsverhältnisse die Grunddisposition, allerdings je nach Art der Massenbewegung in unterschiedlichem Ausmaß. Positiv wirkt sich in allen Fällen der Wasserentzug aus dem Untergrund durch Bäume und andere Pflanzen aus. Tief wurzelnde Pflanzen und Bäume stabilisieren den Boden zusätzlich, wodurch die Gefahr von flachgründigen Rutschungen generell abnimmt. Je tiefgründiger eine Rutschung ist, desto geringer wird dieser Effekt. Für die zukünftige Entwicklung der Grunddisposition für Rutschungen gilt trotzdem Ähnliches wie für Muren. So hat sich durch die kontinuierliche Waldzunahme im 20. Jahrhundert sicher auch eine Verbesserung im Hinblick auf die Rutschungsgefahr ergeben. Auch die wahrscheinliche weitere Waldzunahme sollte sich positiv auswirken. Auch hier ist allerdings die Phase der Brachlegung von extensiv bewirtschafteten Flächen und der allmählichen Umwandlung in Wald durch ein über bis zu drei Jahrzehnte erhöhtes Risiko für flachgründige Rutschungen gekennzeichnet (Tasser & Tappeiner 2007).

Die variable Disposition für Rutschungen wird vor allem durch den unterirdischen Wasserhaushalt, insbesondere die Wassersättigung der Böden bestimmt. Die hydro-meteorologische Vorgeschichte beeinflusst die relevanten Materialeigenschaften potentieller Rutschkörper entscheidend. Längere Regenperioden oder die Schneeschmelze können einen Rutschkörper sättigen, einen hohen Porenwasserdruck aufbauen und so die Stabilität stark reduzieren. Da der Begriff „Rutschung" eine große Zahl sehr unterschiedlicher Prozesse umfasst, kommen aber je nach Prozess im Detail unterschiedliche Einflussfaktoren und Wirkmechanismen zum Tragen. Auch die Vegetation und insbesondere der Zustand des Waldes sind für die variable Disposition von Bedeutung. Sehr viele Rutschungen entstehen vor allem in Wäldern, die durch Sturm oder Borkenkäfer stark geschädigt sind (Rickli 2001). Ähnlich wie für Muren wird auch die Disposition für Rutschungen durch höhere Temperaturen und einen geringeren Schneeanteil am Niederschlag in Zukunft eher ansteigen.

Die auslösenden Ereignisse für Rutschungen sind fast immer hydrologischer Natur. Wie bei Muren müssen dabei zwei Typen unterschieden werden – konvektive Starkniederschläge und lange Regenperioden. Im Zusammenhang mit konvektiven Starkniederschlägen

entstehen Rutschungen in erster Linie durch Erosion des Hangfußes durch ein Hochwasser führendes Fließgewässer. Meist handelt es sich dabei um seichtgründige Translationsrutschungen in Lockergesteinen. Durch lange Regenperioden mit hohen Regensummen können dagegen alle Formen von Rutschungen ausgelöst werden. Vor allem große und tiefgründige Rutschungen werden meist nur durch längere niederschlagsreiche Phasen reaktiviert bzw. in ihrer Aktivität intensiviert. Wie sich die Häufigkeit von auslösenden Ereignissen in Zukunft entwickeln wird, ist kaum vorhersagbar. Lange Regenperioden, die aufgrund höherer Temperaturen einen geringeren Schneeanteil haben werden als heute, könnten jedenfalls eher zu Rutschungen führen als entsprechende Ereignisse bei tieferen Temperaturen.

Erwähnt werden soll schließlich, dass auch Erdbeben Rutschungen auslösen können. Die Gemeinden Rauris und Flattach befinden sich zwar nicht in einer Zone mit einer hohen Erdbebengefährdung, allerdings wurden im Sonnblickgebiet bereits Erdbeben mit einer Epizentralintensität von 5 bis 6 registriert (Lenhardt & Hammerl 2007).

Steinschlag und Felssturz

Steinschlag- und Felssturzereignisse stellen aufgrund ihrer hohen zerstörerischen Energie und meist kurzen Vorwarnzeit eine große Gefahr für Menschenleben und Sachwerte dar. Sie können in allen steilhangbildenden Festgesteinen auftreten. In den Gemeinden Rauris und Flattach gibt es zahlreiche Steinschlagwände, wobei aber in der Regel keine besiedelten Flächen bedroht werden. Die Bedrohung beschränkt sich in erster Linie auf Kletterrouten und Wanderwege oberhalb der Waldgrenze. Teilweise können aber auch – wie etwa in der Klausen im Seidlwinkltal – gewisse Straßenabschnitte betroffen sein. Beispiele für Bereiche mit starker Steinschlagaktivität finden sich in der Gemeinde Rauris unter anderem am Hohen Sonnblick, wo besonders aus der zum Pilatuskees abfallenden Nordwand häufig Steine und Blöcke abstürzen, zwischen Neubau und dem Niedersachsenhaus und im oberen Seidlwinkltal, wo die klüftigen Kalke und Dolomite aus der Triaszeit wandbildend auftreten. In der Gemeinde Flattach ist beispielsweise der Gebirgskamm zwischen dem Schareck und der Feldseescharte oberhalb des Duisburg-Hannovers-Wegs und der Straße zum Weißseehaus oder die südwestliche Begrenzung des Kleinfraganttals mit den Melenwänden verstärkt von Steinschlagaktivität betroffen.

Die Grunddisposition für Steinschlag und Felssturz wird maßgeblich von topographischen Faktoren (Hangneigung, Hangexposition, absolute Seehöhe) sowie von den geologischen und geotechnischen Verhältnissen bestimmt. Die Hangexposition und die absolute Seehöhe beeinflussen in starkem Maß die Häufigkeit von starken Temperaturwechseln, insbesondere von Frost-Tau-Wechseln sowie die Durchfeuchtung, aber auch das Vorhandensein von alpinem Permafrost (Spaltenfrost). Unter Berücksichtigung möglicher zukünftiger Entwicklungen ist der Spaltenfrost in den Permafrostgebieten von besonderer Bedeutung, weil dieser durch das in den Spalten gefrierende Wasser Steinschlagwände langfristig stabilisieren kann. Ein mit einem Temperaturanstieg verbundener Anstieg der Untergrenze des Permafrosts kann daher die Steinschlag- und Felssturzaktivität generell intensivieren.

Aus Sicht der Geologie sind der Zerlegungsgrad und die Verwitterbarkeit der Gesteine sowie die Lagerungsverhältnisse der Gesteine wesentlich. Das Vorhandensein von Verwer-

fungen, Brüchen, Klüften und anderen Diskontinuitäten ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Bereitschaft zu Sturzprozessen.

Die Wirkung der Vegetation betrifft vor allem oberflächennahe Gesteinszonen. Im Entstehungsgebiet kann die Durchwurzelung zu einer Stabilisierung führen, andererseits können durch Wurzelsprengung oder durch umkippende Bäume in steilen Lagen auch Steine gelöst werden. Für die Ablösung größerer, durch tief greifende Klüfte abgetrennte Gesteinspakete hat der Bewuchs dagegen nur untergeordnete Bedeutung. Viel größer ist aber der Einfluss der Vegetation auf die Vorgänge in der Sturzbahn und im Ablagerungsgebiet. Bäume und Sträucher stellen Hindernisse dar, die auf den Sturzprozess eine erhebliche Wirkung haben können.



Abb. 10. Das Pilatuskees ist in Folge der starken Steinschlagtätigkeit aus der Nordwand des Hohen Sonnblicks stark schuttbedeckt. Die hohe Disposition für Steinschlag aus dieser Wand ist einerseits geologisch bedingt, andererseits vermutlich auch eine Folge des aufgehenden Spaltenfrosts. Im Bereich der zurückweichenden Gletscherzunge kommt es dadurch zu bedeutenden Lockermaterialakkumulationen. Sehr deutlich sind auch die Moränenwälle verschiedener historischer Gletscherstände am Gletschervorfeld ausgebildet. Der kleine Gletschersee im Bereich der Gletscherzunge des Pilatuskeeses entstand erst vor einigen Jahren.

Die hydro-meteorologische Vorgeschichte ist auch für die variable Disposition für Steinschlag und Felsstürze von ausschlaggebender Bedeutung. Durch erhöhten Kluftwasserdruck bzw. Strömungsdruck können sich Bewegungen von instabilen Felspaketen beschleunigen. Zusätzlich erhöhen alle Faktoren, welche die Verwitterung und Auflockerung des Felsverbandes im Entstehungsgebiet fördern, die Disposition für Steinschlag.

Wasser ist meist nicht nur ein treibender, sondern auch der auslösende Faktor von Sturzprozessen. Dabei wird allgemein dem Gefrieren eine hohe Bedeutung beigemessen. Eine Frostsprengung ist jedoch nur für kleinere Steinschläge von Bedeutung; sie dringt nicht tief ins Gebirge ein, und der ausgelöste Gefrierdruck wirkt nur momentan. Wasser kann dagegen in Klüften je nach Höhe seiner Säule sehr große und vor allem anhaltende Drücke ausüben. Durch die Kraft von Wasser können ganze Wandteile weggedrückt werden. Das Wasser kann oberflächlich durch Regen oder Schneeschmelze zufließen. Vor allem lang anhaltende Niederschläge mit hohen Regensummen lösen oft Steinschlag und Felsstürze aus. Wasser kann aber auch im Innern des Gebirges durch das Auftauen von Spaltenfrost entstehen. Dieser Vorgang ist deshalb besonders gefährlich, weil die Abflusswege noch durch Eis verstopft oder behindert sein können, wodurch besonders hohe Wasserdrücke aufgebaut werden (Keusen 2006). Bedingungen, welche die Auslösung von Steinschlag und

Felsstürzen begünstigen, werden durch höhere Temperaturen im Hochgebirge aller Wahrscheinlichkeit nach in Zukunft öfter herrschen als bisher.

Erwähnt werden soll schließlich wiederum, dass auch Erdbeben Felsstürze auslösen können.

Bergstürze

Große Bergstürze traten in den Alpen vor allem nach dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher auf. In der Eiszeit wurden viele Talflanken übersteilt und waren nach Wegfallen der Stützung durch das Eis sowie nach dem Rückgang des Permafrosts nicht mehr standfest. In der Gemeinde Rauris wird vor allem das Hüttwinkltal über weite Strecken von Bergsturzablagerungen geprägt. Aus der Ostflanke des Grieswies-Schwarzkogels westlich von Kolm Saigurn ist ein gewaltiger Bergsturz abgegangen, dessen Ablagerungen die Grieswiesalm und an der gegenüberliegenden Talflanke den Großteil des Durchgangwaldes (Rauriser Urwald) aufbauen. Auch aus den Steilhängen östlich des Bocksteinkars brach eine Felsmasse ab, die über die Ritterkaralm ins Tal stürzte. Auf den Ablagerungsmassen südlich von Bodenhaus liegen die Astenschmiede, die Pirchlalm und Niederastenalm. Von der Bocksteinwand ist ein weiterer Großbergsturz abgegangen, wobei ein Großteil der Felsmassen ins Tal stürzte und am gegenüberliegenden Hang anbrandete. Die Blockmasse reicht am gegenüberliegenden Hang auf der Ostseite des Tales über 100 Höhenmeter hinauf. Östlich vom Mitterkarkopf ist zwischen 1.880 und 2.140 m Seehöhe die Abrisswand des Bergsturzes von Bucheben zu finden, auf dessen Ablagerungen die Ortschaft Bucheben und die Untersteinalm liegen. Der Bergsturz staute die Hüttwinklache zwischen Bucheben und Schreiberhäusl auf. Die Ache hat sich inzwischen 60 m tief in die Bergsturzablagerungen eingeschnitten (Hellerschmidt-Alber 1998).

Im Gemeindegebiet von Flattach ereignete sich ein nacheiszeitlicher Bergsturz an der Südwestflanke des Kammspitz. Seine grobblockigen Ablagerungen bedecken die Hänge des Rubitschbichl und prägen das Landschaftsbild im Bereich der Siedlung Innerfragant. Noch älter sind die südöstlich anschließenden Bergsturzablagerungen, die aus dem Bereich der Oscheniktürme stammen und die Hänge des Laaser Bergs bedecken (Exner 1964).

Die Grunddisposition für Bergstürze wird durch eine Kombination von Reliefparametern und geologischen sowie hydrogeologischen Rahmenbedingungen bestimmt, welche die Stabilitätsverhältnisse großräumig beeinflussen. Aus Sicht der Geologie und Hydrogeologie sind die Lithologie des Gebirges, der Zerlegungsgrad der Gesteine, das Vorhandensein von Wasserwegigkeiten sowie die Lagerungsverhältnisse der Gesteine wesentlich. Die Existenz von Verwerfungen, Brüchen, Klüften und anderen Diskontinuitäten ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Bereitschaft zu Bergstürzen.

In manchen Fällen besteht die Wahrscheinlichkeit, dass die Disposition für ein Ereignis durch die hydro-meteorologische Vorgeschichte beeinflusst wurde. Schneereiche Winter und längere niederschlagsreiche Phasen können einen starken Wassereintrag in den Untergrund und damit einen hohen Hangwasser- bzw. Bergwasserspiegel bewirken (Bollinger 2006). Generell sind aber die großräumigen geologisch bedingten Stabilitätsverhältnisse bestimmend.

Wo die Disposition durch niederschlagsreiche Phasen erhöht wurde, kommt auch ein lang anhaltender Starkniederschlag für die Auslösung der Massenbewegung in Frage. Eher werden derartige Großereignisse aber durch Erdbeben (auch im Zusammenwirken mit starken Niederschlägen) ausgelöst.

Aufgrund der gegenüber der Zeit nach dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher veränderten naturräumlichen Rahmenbedingungen und Stabilitätsverhältnisse sind größere Bergstürze in den Gemeinden Rauris und Flattach auch unter geänderten Klimaverhältnissen heute und in näherer Zukunft äußerst unwahrscheinlich.

Lawinen

Schneelawinen gehören zu den am weitesten verbreiteten Formen von Naturgefahren im alpinen Raum. Sie bedrohen Siedlungen und Verkehrsverbindungen, aber auch Touristen im winterlichen Gebirge. Im langjährigen Durchschnitt kommt es jährlich zu rund einhundert Lawinenopfern im Alpenraum. Große Anstrengungen beim Lawinenschutz – vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts – haben aber dazu geführt, dass verheerende Lawinenabgänge, die Opfer auf Verkehrswegen oder in Siedlungen fordern, nur mehr relativ selten vorkommen.

Im Gemeindegebiet von Rauris sind nach dem Lawinenkataster 21 Lawineneinzugsgebiete verzeichnet. Davon reichen fünf in den sogenannten raumrelevanten Bereich, d.h. sie bedrohen Siedlungsgebiete: die Leiterkarlawine, die Ritterkarlawinen (Nord und Süd), die Schodenkopflawine und die Sprunglawine. Diese Lawinenzüge wurden im Rahmen der Erstellung des Gefahrenzonenplans für die Gemeinde Rauris durch die Wildbach- und Lawinenverbauung im Detail untersucht. Das Ausmaß möglicher zukünftiger Lawinenkatastrophen wurde aus Informationen über bisher stattgefundene Lawineabgänge unter Zuhilfenahme der Berechnung von Lawinenauslauflängen unter Berücksichtigung der Geländeverhältnisse abgeschätzt.

Die Lawinenstriche, die Siedlungsgebiete in der Gemeinde Flattach bedrohen, befinden sich außer den Lawinen Tuschentalbach und Reißgraben alle in der Innerfragant. Es sind dies die Lawinen Ochsenkrautgraben, Schachwald, Zenger Zehr, Klammzehr, Kleiner Fraganterbach, Astrombach, Irschisack, Matischg und Badmeisterrinne. Von diesen Lawinen bedrohen die Lawine Zenger Zehr und die Lawine Klammzehr Teile der Ortschaft Innerfragant, die Lawinen Kleiner Fraganterbach, Irschisack und Badmeisterrinne gefährden das KELAG-Kraftwerk Innerfragant sowie das Hotel und Gasthaus Badmeister. Zu erwähnen ist auch die Gefährdung der Wurtenstraße, die von der KELAG zur Versorgung der Anlagen KW Innerfragant, Weißsee und Oscheniksee benützt wird. Durch die Gefahrenzonenplanung der Wildbach- und Lawinenverbauung soll sicher gestellt werden, dass durch Lawinen gefährdete Flächen in Zukunft von sensiblen Nutzungen (Besiedlung, Infrastruktur) frei gehalten werden bzw. dass bestehende Objekte durch technische Maßnahmen geschützt werden. Verbauungsmaßnahmen und gezielte Aufforstungen haben in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Bereichen zu einer wesentlichen Verbesserung der Gefahrenlage geführt.

Die Grunddisposition für Lawinen wird vor allem von Reliefeigenschaften bestimmt. Besonders die Hangneigung, die Hangexposition sowie die horizontale (Mulden und Rücken) und vertikale Hangkrümmung spielen eine große Rolle. Der zweite entscheidende Faktor sind die Vegetationsverhältnisse, vor allem die Bewaldung in den Anrissgebieten und entlang der Sturzbahnen. In den Waldentwicklungsplänen sind daher große Waldgebiete als Schutzwald ausgewiesen. Im Verlauf des 20. Jahrhunderts hat sich durch die kontinuierliche Waldzunahme bereits eine wesentliche Verbesserung im Hinblick auf die Lawinengefahr ergeben. Trotzdem liegt in manchen Lawineneinzugsgebieten die Waldgrenze noch weit unterhalb der potentiellen Grenze. Da die Waldfläche auch in Zukunft zunehmen wird und manche Anrissgebiete gezielt aufgeforstet werden, ist eine weitere Verbesserung der Situation zu erwarten. Unkontrollierte Brachlegungen ehemals almwirtschaftlich genutzter Gebiete können dagegen die Lawinengefahr vorübergehend erhöhen. Auf Brachflächen wachsen nämlich bevorzugt langhalmige Grasbestände und niedrigwüchsige Zwergstrauchbestände, die das Schneegleiten und die damit verbundene Lawinenbildung fördern. Diese Phase kann sich im Hochgebirge über zwei bis drei Jahrzehnte erstrecken. Erst mit dem Aufkommen von hochwüchsigen Zwergstrauchbeständen und Jungbäumen nimmt dieses Risiko wieder ab (Tasser & Tappeiner 2007). Positiv wird sich auch auswirken, dass sich langfristig bei Anhalten des gegenwärtigen Klimatrends eine neue Baum- bzw. Waldgrenze rund 100 bis 150 Höhenmeter über jener zur Mitte des 19. Jahrhunderts einstellen wird (Nicolussi & Patzelt 2006). Nicht zuletzt ist selbstverständlich auch noch das Vorhandensein einer Schneedecke ausreichender Mächtigkeit ein Bestandteil der Grunddisposition von Lawinen. Bei einer Erhöhung der Temperaturen im Winter wird sich die Dauer der Schneebedeckung verkürzen – und damit auch die zeitliche Periode, in der Lawinenabgänge überhaupt zu erwarten sind.

Die variable Disposition für den Abgang von Lawinen ist vor allem durch die Höhe der Schneedecke und den saisonalen Schneedeckenaufbau charakterisiert. Dieser wird durch die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, die Windverhältnisse und die Sonneneinstrahlung während des Bestehens der Schneedecke bestimmt.

Die auslösenden Faktoren für Lawinen sind stark vom betrachteten Lawinentyp abhängig. Dabei sollen die durch Wintersportler ausgelösten „Schifahrerlawinen“ aus dieser Betrachtung ausgeklam-



Abb. 11. Eine hohe Grunddisposition für Lawinen besteht auf den steilen grasbewachsenen Hängen der Torleiten oberhalb des Wurtenspeichers. Gefährdet ist in erster Linie die Zufahrtsstraße zum Weißseehaus, die über weite Strecken durch Lawinengalerien gesichert ist.



Abb. 12: Der Südostabfall des Schodenkopfs wird von mehreren Lawinenzügen geprägt, von denen die fast jährlich abgehende Schodenkopflawine bis zur Hüttwinklache vordringen kann. Dabei befinden sich auch mehrere Häuser und Höfe im Gefährdungsbereich. Die hohe Grunddisposition für Lawinen ist neben der Hangneigung vor allem durch die Hangexposition bedingt, da es im Kammbereich zu bedeutenden Einwehungen aus Nordwesten kommt. Die im Vergleich zum 19. Jahrhundert wesentlich stärkere Bewaldung ist nur bedingt wirksam, da es sich auf großen Flächen um Grünerlengebüsch handelt, das den Lawinen keinen Widerstand entgegensetzen kann.

mert werden. Entscheidend für die Auslösung von Großlawinen sind die Temperatur-, Wind- und Niederschlagsverhältnisse wenige Tage bis Stunden vor dem Niedergang. Hauptauslöser für spontane Großlawinen sind meist intensive, lang anhaltende und mit starken Schneeverfrachtungen verbundene Schneefälle und die damit verbundene Schneedeckenbelastung. Aussagen über die Änderung solcher Wetterlagen sind aber nicht eindeutig. Die absehbaren Klimaveränderungen werden nichts daran ändern, dass Lawinen auslösende, nur wenige Tage andauernde extreme Wettersituationen auch künftig vorkommen können. Bei erwärmungsbedingten Nassschneelawinen verursachen die Erhöhung des Wassergehalts und der damit verbundene Verlust der Kohäsion zwischen den Schneekristallen eine Abnahme der Festigkeit. Die meisten Nassschneelawinen ereignen sich aufgrund von Regenfällen im Hochwinter bzw. in der ersten lang anhaltenden Schmelzperiode im Frühling (LaChapelle, 1977). Verstärkt wird die Gefährdung durch plötzliche und massive Erwärmung, wie z.B. durch Föhn.

Talhochwasser

Von Talhochwässern mit großräumigen Überflutungen können in der Gemeinde Rauris die Talböden des Hüttwinkltals, des Seidlwinkltals und des Rauriser Tals, in der Gemeinde Flattach der Talboden des Mölltales, eingeschränkt auch jener des Fragantbachs im Gebiet von Innerfragant betroffen sein.

Im Talraum der Möll zwischen Außerfragant und Obervellach erreichen die Überflutungen Breiten zwischen 500 und 1.000 m. Dabei werden kurzzeitig große Wassermengen zurückgehalten. Dies erhöht die Hochwassersicherheit in den Ortschaften flussabwärts. Zahlreiche Berichte aus dem 19. und 20. Jahrhundert befassen sich mit Hochwasserereignissen und katastrophalen Überschwemmungen im Mölltal. Besonders schwere Folgen hatten die Überschwemmungen der Jahre 1840, 1851, 1875, 1882, 1935, 1945, 1965, 1966,

1967, 1972 und 1981 (Demoser 2000). Gerade in Flattach sind vor allem die Hochwasserereignisse der Jahre 1965 und 1966, von denen das vom August 1966 in der Region das katastrophalste war, bei vielen Menschen noch in Erinnerung. Der August 1966 war im Hinblick auf die Niederschlagsmengen ein herausragender Zeitraum. Die beinahe 300 mm Monatsniederschlag in Flattach sind etwa 100 mm höher als die zweithöchsten Niederschläge zwischen 1800 und 2006 (Böhm et al. 2006).



Abb. 13. Innerfragant mit dem Schuttkegel der Klammzehr am rechten Bildrand nach dem Hochwasser von 1965 (oder 1966), Blickrichtung: Südosten (Foto: Archiv WLV)

Sowohl 1965 als auch 1966 führten vor allem die Geschiebeeinstöße aus den Seitentälern zu verheerenden Schäden. Schon bei kleineren Hochwasserereignissen können aus den Zubringerbächen große Mengen an Geröll in die Möll gelangen. Diese können in weiterer Folge das Flussbett absperren und zu Flussbettverwerfungen führen.

Im Zuge der Möllregulierung wurden ab den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts die breiten Geröllfelder entlang der Möll nach und nach eingeengt. Die Verbauungsmaßnahmen, die im Anschluss an die Hochwässer 1965/66 durchgeführt wurden, haben sich bewährt. Sie bieten den Menschen ausreichenden Schutz vor kleineren und mittleren Hochwässern.



Abb. 14. Auswirkungen des Hochwassers 1965 im Bereich Innerfragant (Foto: Archiv WLV)

In Rauris wurden die letzen schweren Hoch-

wässer in den Jahren 1965 und 1966 registriert, wobei diese nach Angabe des Salzburger Hydrographischen Landesdienstes etwa 30-jährlichen Ereignissen entsprachen. Im Sommer fließt in der Rauriser Ache rund 5 Mal soviel Wasser wie im Winter. Schadbringende extreme Hochwässer sind daher vor allem im Sommerhalbjahr zu erwarten. Im Rahmen der Erstellung eines „Schutzwasserwirtschaftlichen Grundsatzkonzeptes für die Rauriser Ache" wurde unter anderem festgestellt, dass insbesondere zwischen den Ortsteilen Rauris und Wörth Siedlungsgebiete sowie Wirtschafts- und Verkehrsanlagen bereits bei einem 30-jährlichen Ereignis überflutet sind. Durch die Gefahrenzonenausweisung der Bundeswasserbauverwaltung soll sicher gestellt werden, dass gefährdete Flächen in Zukunft von sensiblen Nutzungen (Besiedlung, Infrastruktur) frei gehalten werden bzw. dass bestehende Objekte durch technische Maßnahmen geschützt werden.

Im Jahr 1997 wurde mit der Projektierung für einen gesamtheitlichen Hochwasserschutz im Raurisertal begonnen. Das Konzept sieht die Schaffung von Hochwasserrückhalteraum in Rückhaltebecken kombiniert mit sogenannten linearen Maßnahmen (z.B. Ufererhöhungen und Sohleintiefungen) unter Berücksichtigung der Zielsetzungen einer ökologisch orientierten Schutzwasserwirtschaft vor. Ziel ist das Erreichen eines Hochwasserschutzes gegen ein 100-jährliches Hochwasserereignis für bestehende Siedlungen. Der Abschluss des Gesamtprojekts ist für 2010 geplant (Wasserwirtschaft Land Salzburg, Salzburger Landeskorrespondenz 7.7.2006, Gemeindezeitung Rauris Juli 2006).

Die Grunddisposition für großflächige Überschwemmungen von Talböden wird von den topographischen Verhältnissen im Einzugsgebiet und entlang der Wasserläufe, von geologisch-hydrogeologischen Faktoren, welche die Durchlässigkeit des Untergrundes beeinflussen und von den Eigenschaften des Boden-/Vegetationskomplexes bestimmt. Dazu haben technische Eingriffe wie Bach- und Flussverbauungen oder Speicherseen einen großen Einfluss auf das Abflussgeschehen. Über den Boden-/Vegetationskomplex kommt auch die Bewirtschaftung und Landnutzung im Einzugsgebiet zum Tragen. Je nach dem geologischen



Abb. 15. Gemeinde Rauris: Östlich des Hüttwinkltals (Silberpfennig, Gasteiner Höhe, Rührkübel) liegt die obere Waldgrenze in Folge der Almwirtschaft derzeit noch deutlich tiefer als es von den natürlichen Voraussetzungen her möglich wäre. Die Beweidung hat auf vielen Almflächen zu Bodenverdichtungen geführt. Aufgrund des durch diese Faktoren erhöhten Oberflächenabflusses ist auch die Grunddisposition für Hochwässer in den kleinen Bächen, die diese Hänge entwässern, erhöht.

Untergrund, auf dem sich ein Boden entwickelt, übt vor allem Wald eine mehr oder weniger starke Wirkung auf die Speicherkapazität aus (Hegg 2006). Im Verlauf des 20. Jahrhunderts hat sich in den Gemeinden Rauris und Flattach in Folge der kontinuierlichen Waldzunahme bereits ohne Zweifel eine wesentliche Verbesserung im Hinblick auf die Hochwassergefahr ergeben. Trotzdem liegt in manchen Einzugsgebieten die Waldgrenze noch weit unterhalb der potentiellen Grenze. Da die Waldfläche wahrscheinlich auch in Zukunft zunehmen wird, ist bei entsprechender Bewirtschaftung und standortgerechten waldbaulichen Maßnahmen eine weitere Verbesserung der Situation zu erwarten.

Die hydro-meteorologische Vorgeschichte beeinflusst die variable Disposition für Hochwasserereignisse ganz entscheidend. Sind die Böden durch hohe Vorberegnungssummen oder durch die Schneeschmelze bereits weitgehend gesättigt und die Pegelstände der Wasserläufe relativ hoch, genügt für die Hochwasserentstehung bereits ein vergleichsweise kleines Niederschlagsereignis. Auch der aktuelle Zustand der Vegetation (Vegetations- oder Ruheperiode), der aktuelle Deckungsgrad der Vegetation und die Vegetationsstruktur haben Auswirkungen auf die aktuelle Disposition eines Einzugsgebiets.

Auslöser für Hochwässer sind in fast allen Fällen Niederschlagsereignisse. Dabei sind für Hochwasserereignisse in mittleren und großen Einzugsgebieten meist lange Regenperioden (lang anhaltende, oft advektive Regenperioden mit mittleren Intensitäten und einer hohen Regensumme, teilweise mit einhergehender Schneeschmelze) ausschlaggebend. Nach schneereichen Wintern und plötzlich einsetzender massiver Schneeschmelze kann es auch ohne auslösendes Niederschlagsereignis zu einem Hochwasser kommen.

Eine Aussage darüber, ob und wie sich die Niederschlagsmuster, die als Auslöser von Hochwasserereignissen fungieren, aufgrund des globalen und regionalen Temperaturanstiegs verändern, ist derzeit noch nicht möglich. In diesem Zusammenhang wäre besonders eine Zunahme von Starkniederschlagsereignissen eine kritische Größe. Diese Zunahme ist aber aus dem vorliegenden Datenmaterial noch nicht nachweisbar (Auer et al. 2007). Höhere Temperaturen und ein geringerer Schneeanteil am Niederschlag werden jedenfalls die aktuelle Disposition für Hochwasserereignisse erhöhen.

B3. Charakteristik der Landbedeckung und Analyse der Landnutzungsdynamik; Trends und Szenarien

Die Landbedeckung und die Landnutzung hängen von vielen Faktoren ab, wobei in jedem Fall die topographischen und geomorphologischen Voraussetzungen eine entscheidende Rolle spielen. Für die landwirtschaftliche Nutzung von Hochgebirgsregionen sind vor allem die absolute Seehöhe, die Hangneigung und die Hangexposition ausschlaggebende Kriterien. Diese beeinflussen nicht nur die Eignung eines Standorts für den Anbau bestimmter Nutzpflanzen oder für die Versorgung von Nutztieren, sondern indirekt auch Merkmale wie Erreichbarkeit, (maschinelle) Bearbeitbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Gerade im alpinen Gebiet war und ist aber auch die Sicherheit eines Standortes, die ganz wesentlich von den topographischen Voraussetzungen mit beeinflusst wird, oft ein

ausschlaggebender Faktor für eine bestimmte Nutzungsform. So wurden und werden sowohl im Rauriser Tal als auch im Mölltal die Schwemmkegel der großen Wildbäche als bevorzugte Siedlungsgebiete genutzt. Dies deshalb, da die weiten Talböden entweder landwirtschaftlich genutzt wurden oder mehr oder weniger regelmäßigen Überflutungen ausgesetzt waren. Die Besiedlung der Schwemmkegel hatte allerdings eine dauernde Gefährdung der Siedlungen durch Wildbachkatastrophen zur Folge, wie sie im Kapitel B2 beschrieben wurde.

Darüber hinaus werden Landbedeckung und Landnutzung von den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen entscheidend beeinflusst. Dabei ist nicht nur die gegenwärtige Situation von Bedeutung, auch die wirtschaftliche Entwicklung in der Vergangenheit kann über lange Zeiträume nachhaltige Auswirkungen haben. Ein derartiges Beispiel in der Gemeinde Rauris war die Rodung großer Waldflächen im 16. Jahrhundert in Folge der historischen Bergbauaktivitäten. In diesem Gebiet ist daher die in vielen Fällen auch heute noch auffallend tief liegende obere Waldgrenze nicht nur auf die Almwirtschaft, sondern auch auf diese Rodungen zurückzuführen. Vor allem im Bereich der oberen Waldgrenze hat sich der Wald nur langsam vom Raubbau vergangener Jahrhunderte erholen können.

Auch Landschafts- und Umweltschutz und damit in Zusammenhang stehende Einschränkungen bzw. Auflagen stellen heute zunehmend einen bestimmenden Faktor für Nutzungsüberlegungen dar. Durch die Einrichtung des Nationalparks Hohe Tauern sind derartige Kriterien vor allem in der Nationalparkgemeinde Rauris oft von entscheidendem Einfluss.

Die Auswertung von historischen Karten und Fernerkundungsdaten (Luft- und Satellitenbilder) ermöglicht eine Analyse von Veränderungen und deren Auswirkungen in der Vergangenheit. Großräumige Untersuchungen der Landnutzungsentwicklung der vergangenen 150 Jahre über den gesamten Alpenraum zeigen einen recht einheitlichen Entwicklungstrend. Überall hat die landwirtschaftliche Fläche abgenommen, wobei die traditionell extensiven Nutzungsformen besonders stark brachgelegt wurden (z.B. Bergmähder). Der massivste Brachlegungsschub erfolgte in den 50er und 60er Jahren des 20. Jahrhunderts. Dem gegenüber steht eine deutliche Zunahme der Waldflächen und des Siedlungsraums. Die Intensität dieses Trends unterscheidet sich jedoch markant zwischen einzelnen Regionen.

Je ungünstiger die Standortvoraussetzungen für die landwirtschaftliche Nutzung sind, desto deutlicher wirkte sich die Brachlegungstendenz aus. In den landwirtschaftlich genutzten Talbereichen, also in landwirtschaftlichen Gunstregionen, fanden oft keine Brachlegungen statt. Der Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche ist dort einzig und allein auf die Siedlungsausdehnungen zurückzuführen. Bereits auf den steileren Flächen an den Talrändern wurden deutlich mehr Flächen aus der Bewirtschaftung genommen. Noch höher ist der Anteil der Brachlegungen im Almbereich. Darüber hinaus kam es oft auch zu einer signifikanten Änderung der Nutzungsform. Vor allem die Ackerflächen nahmen ab Mitte des 20. Jahrhunderts massiv ab. An ihre Stelle trat vorwiegend Grünland (Tappeiner et al. 2006).

Für die Gemeinden Rauris und Flattach liegen räumliche Daten, die eine ausreichende Genauigkeit aufweisen, seit ca. 1871 mit den Karten der 3. Landesaufnahme vor.

Für die Auswertung kamen die folgenden Datengrundlagen zum Einsatz:

1. historische Kartenwerke
   - Karten der 3. Landesaufnahme, aufgenommen und gezeichnet 1871/73
   - Karten der 4. Landesaufnahme, aufgenommen 1930/32
2. Fernerkundungsdaten:
   - Luftbilder des Waldstandsflugs 1953/1954 (BEV)
   - Luftbilder aus dem Jahr 1983 (BEV)
   - Satellitendaten EOS-ASTER (Juli 2005)
   - Satellitendaten SPOT (September 2006)

Die Daten aus den Jahren 1871/73, 1930/32 und 2005/06 standen für den überwiegenden Teil der Gemeindegebiete zur Verfügung. Lediglich der äußerste Nordteil der Gemeinde Rauris sowie der südlich der Möll gelegene Teil der Gemeinde Flattach wurden von den Datengrundlagen nicht abgedeckt.

Sechs Landbedeckungseinheiten konnten unter Zuhilfenahme von Zusatzinformationen aus den Datengrundlagen (historische Karten und Fernerkundungsdaten) interpretiert werden:

- Ödland (inkl. Gletscher)
- Wald
- Almwirtschaftlich nutzbare Gebiete
- Grünland (und Äcker)
- Verbaute Gebiete und Siedlungen
- Stehende Gewässer

Die Ausweisung der Landbedeckungseinheit „**Ödland**“ stützt sich im Wesentlichen auf die semi-automatische Klassifikation der Satellitendaten. Die Klassen „Eis“, „Schnee“, „Fels“, „Schutt“, „offene Flächen oberhalb 1.800 m Seehöhe“ und „brach liegende Flächen oberhalb 1.800 m Seehöhe“ wurden dabei zusammengefasst.

Veränderungen im Hinblick auf die Ödlandfläche gab es zwischen 1871 und heute vor allem im Übergangsbereich zum almwirtschaftlich genutzten Gebiet, wobei diese Flächen aber generell nur geringe Ausmaße aufweisen und bei der Betrachtung der Gesamtfläche kaum ins Gewicht fallen. Tendenziell ist bei der Ödlandfläche in diesem Zeitraum aber von einer geringfügigen Abnahme auszugehen. Ausnahmen bestehen nur für Gebiete, in denen es zu offensichtlichen Nutzungsänderungen gekommen ist, wie etwa bei der Umwandlung von Grünland in Rohstoffabbaugebiete im Rauriser Tal (bedeutet Zunahme der Ödlandfläche) und bei der Anlage von künstlichen Wasserflächen durch die Elektrizitätswirtschaft im Fraganter Tal (bedeutet Abnahme der Ödlandfläche). Innerhalb der Ödlandfläche haben die Gletscherflächen zwischen 1871 und 2006 stark abgenommen. Detaillierte Daten dazu wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) erhoben. Sie sind in diesem Buch im Kapitel A4 zu finden.



Abb. 16. Ödlandfläche in der Gemeinde Flattach: Das Wurtenkees, das seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts als Gletscherschigebiet „Mölltaler Gletscher" genutzt wird, war in den letzten Jahrzehnten durch einen besonders starken Rückgang der Gletscherfläche gekennzeichnet.

Die Auswertung der Landbedeckungseinheit „**Wald**" ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil die obere Wald- bzw. die Baumgrenze eine besondere ökologische und landschaftsprägende Grenze in Hochgebirgen ist. Die alpine Waldgrenze ist an sich eine klimasensitive Grenzzone. Im Alpenraum ist sie aber vom Menschen seit Jahrhunderten stark beeinflusst. Durch land- und forstwirtschaftliche Nutzungen wurde sie oft weit unter ihre natürliche Position gedrückt.

In der Gemeinde Rauris ist 1871/73 der geringe Waldanteil besonders auffallend. Dieser betrug lediglich ca. 17 %. Dies kann zum Teil auch noch darauf zurückgeführt werden, dass vor allem im 16. Jahrhundert in Folge der historischen Bergbauaktivitäten große Waldflächen gerodet wurden. Nach historischen Quellen waren um 1550 die Wälder im Rauriser Tal bis zur Klammstufe praktisch kahl geschlagen. Der geringe Waldanteil ist daher nicht nur auf die Almwirtschaft, sondern auch auf die damaligen Rodungen zur Deckung des Holzbedarfs für die Gewinnung und die Verhüttung der Erze zurückzuführen. Weil sogar in die früher allgemein respektierten Schutzwälder eingegriffen wurde, entstanden neue Lawinenstriche und auch die Gefahr von Muren aus den entwaldeten Seitengräben nahm zu. Nach der Stilllegung der Schmelzen gegen Ende des 16. Jahrhunderts konnten sich die Wälder nur teilweise erholen. Die Nachnutzung der gerodeten Flächen durch die Land- und Almwirtschaft verhinderte vielfach die Wiederbewaldung. Steile Lagen blieben auch infolge der anhaltenden Lawinentätigkeit unbewaldet. Manche Hänge zeigten sich im 19. Jahrhundert großräumig noch fast völlig unbewaldet, wie etwa die steile westliche Talflanke des Hüttwinkltals. In der Gemeinde Flattach war der Waldanteil mit knapp 25 % wesentlich höher als in Rauris. Da die Bedeutung des mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Bergbaus bei weitem nicht jene des Gasteiner und des Rauriser Tals erreichte, war auch der Bedarf an Holzkohle für die Verhüttung wesentlich geringer, so dass die Wälder nicht flächendeckend gerodet wurden. Die obere Waldgrenze war trotzdem vor allem durch die Berglandwirtschaft und die Almnutzung vielfach deutlich herabgedrückt.

Bis 1930/32 hatte der Waldanteil in Rauris bereits auf knapp 25 %, in Flattach auf etwa 30 % des Gemeindegebiets zugenommen. Schwer erreichbare Mähwiesen und Berg-

mähder, aber auch sehr steile Lagen in Talnähe wurden bereits allmählich aufgegeben und verbuschten bzw. verwaldeten.

Im Zuge von Extensivierungen der Landwirtschaft dehnten sich die Wälder in der Gemeinde Rauris auch in weiterer Folge stark aus; heute beträgt die Waldfläche ca. 35 %, womit es im betrachteten Zeitraum seit 1871/73 etwa zu einer Verdoppelung gekommen ist. Auch in der Gemeinde Flattach nahm die Waldfläche weiter zu; 2006 betrug sie ca. 38 %. In beiden Gemeinden nähert sich die obere Waldgrenze in manchen Gebieten bereits wieder ihrer natürlichen Lage an.

Die Ergebnisse einer Detailanalyse, die auch topographische Faktoren mitberücksichtigt hat, zeigen, dass die Waldfläche in beiden Tälern in allen Höhenstufen zugenommen hat. Die relativ gesehen stärkste Waldzunahme fand aber in der Höhenstufe unterhalb 1.200 m statt. Hier spielt sicher eine große Rolle, dass die talnahen Hangbereiche, die im 19. Jahrhundert und Anfang des 20. Jahrhunderts noch verbreitet als Grünland genutzt wurden, heute vielfach bewaldet sind. Aber auch einige Flächen im Talboden, die nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden, sind heute mit Wald bedeckt.

In der Höhenstufe zwischen 1.200 und 1.500 m fiel die Waldzunahme relativ gesehen am geringsten aus. Der Hauptgrund dafür liegt wohl darin, dass diese Höhenstufe, in welche die meisten der steilen und daher für eine landwirtschaftliche Nutzung ungeeigneten Hänge fallen, auch früher schon einen relativ hohen Waldanteil aufgewiesen hat. Der Zuwachs der Waldfläche war aber auch hier beträchtlich. Früher als Mähwiesen und Bergmähder genutzte Flächen in dieser Höhenstufe sind heute nämlich vielfach bewaldet.

Absolut gesehen war die Zunahme der Waldfläche in der Höhenstufe oberhalb von 1.500 m Seehöhe am größten. Gerade in dieser obersten Höhenstufe ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Interpretation und Klassifizierung von Waldflächen im Bereich der oberen Waldgrenze schwierig ist und daher mit größeren Unsicherheiten zu rechnen ist.

Bei der Verteilung der Waldfläche in Bezug auf die Hangneigung zeigt sich, dass die Zunahme in mäßig steilen (20 – 30°) und steilen Lagen (30 – 40°) in beiden Tälern am stärksten war. In diesen Veränderungen äußert sich die Aufgabe zahlreicher Bergmähder und Mähwiesen. Weniger stark war der Zuwachs in den flachen und gering geneigten Gunst-



Abb. 17. Waldfläche in der Gemeinde Rauris: Große Waldflächen im Rauriser Tal fielen dem Föhnsturm im November 2002 zum Opfer. Diese in der Satellitenbildklassifikation als eigene Klasse ausgewiesenen Flächen werden bei der quantitativen Auswertung weiterhin der Landbedeckungseinheit „Wald“ zugeordnet.

lagen, deren Hauptverbreitungsgebiet in den Haupttälern zu finden ist und in den sehr steilen Lagen (> 40°). Letztere waren wegen ihrer Steilheit auch in der Vergangenheit nur in Ausnahmefällen landwirtschaftlich genutzt, so dass hier auch weniger Flächen aus der Bewirtschaftung genommen werden und verwalden konnten.

Als **„almwirtschaftlich nutzbare Gebiete“** wurden Grünlandflächen ausgewiesen, deren Bewirtschaftung autonom von jener der Hauptbetriebsfläche erfolgte bzw. erfolgt. Die untere Grenze des almwirtschaftlich nutzbaren Gebiets ist durch einen fließenden Übergang zu Grünlandnutzung im engeren Sinn gekennzeichnet. Die Grenze wurde auf Basis der historischen Karten der 3. und 4. Landesaufnahme (1871/73 bzw. 1930/32), der Zeit der größten Almausdehnung im betrachteten Zeitraum definiert. Dabei wurden die tiefstgelegenen Flächen, die zum damaligen Zeitpunkt eindeutig einer Alm zuordenbar waren, unter Berücksichtigung der Geländemorphologie miteinander verbunden. Unterhalb dieser Linie findet man als vorherrschende Nutzungsform der Freiflächen Grünlandnutzung bzw. vor ca. 1960 teilweise auch Ackerbau.



Abb. 18. Almwirtschaftlich nutzbare Fläche in der Gemeinde Flattach: Weite Almböden, die durch ein dichtes Kleingerinnenetz strukturiert sind, kennzeichnen den überwiegend von Kalkglimmerschiefern aufgebauten Talschluss des Kleinfraganttals (Bogenitzen).

Es ist allerdings keine Aussage darüber möglich, ob die oberhalb dieser Grenze gelegenen Flächen auch tatsächlich entsprechend als Almweiden, Almanger und Bergmähder genutzt wurden bzw. werden. Almwirtschaftlich nutzbare Gebiete nehmen heute großflächig in erster Linie die Höhenzone oberhalb der Waldgrenze und unterhalb der klimatisch bedingten Ödlandgebiete ein. Neben der Voraussetzung einer geeigneten Vegetation ist die Morphologie (nicht zu steile Hänge) das zweite wesentliche Kriterium für die almwirtschaftliche Eignung. Aus geomorphologischer Sicht handelt es sich bei den Almgebieten häufig um die Trogschultern der glazial geprägten Täler, um Kare oder um die von tief reichenden Massenbewegungen betroffenen und damit abgeflachten Hänge. Auch die höher gelegenen Talböden der größeren Täler werden zum Teil almwirtschaftlich genutzt.

Für die Ausweisung der Landbedeckungseinheit „almwirtschaftlich nutzbare Gebiete“ für 2005/06 wurden die Klassen „alpine Matten“, „Wiese – dichter Bewuchs“, „Magerwiese“, „Zwergstrauchheiden“ und „spärlich bewachsene Flächen“ aus der semi-automatischen Klassifikation der Satellitendaten zusammengefasst.

1871/73 umfassten almwirtschaftlich nutzbare Flächen in Rauris etwa 50 % des Gemeindegebietes, in Flattach dagegen nur ca. 35 %, wobei diese Zahlen auch Flächen wie Mähwiesen, Almanger und Bergmähder einschließen. Bis 1930/32 resultierte aus der Aufgabe schwer erreichbarer Mähwiesen und Bergmähder bereits ein deutlicher Rückgang der almwirtschaftlich nutzbaren Flächen auf ca. 43 % in Rauris und knapp 30 % in Flattach. Besonders stark beeinflusst von den tief greifenden Veränderungen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen wurde die Landbedeckungseinheit „almwirtschaftlich nutzbare Gebiete" schließlich während der letzten Jahrzehnte. So kam es zu einem weiteren deutlichen Rückgang auf etwa 34,5 % in Rauris und auf ca. 24 % in Flattach. Mit der Zunahme der Industrialisierung änderte sich die Bedeutung der Almwirtschaft allmählich. Viele Höfe mussten die arbeitsintensiven Almen aufgeben. Heute wird die Alm immer mehr vom Heimgut aus bewirtschaftet. Dabei werden Almflächen, die in Gunstlagen liegen, tendenziell immer intensiver genutzt. Liegt eine Weidefläche oder eine ganze Alm aber sehr abgelegen und ist nur schwer oder gar nicht mittels Kraftfahrzeugen erreichbar, kommt es häufig vor, dass diese Fläche nicht mehr oder nur noch extensiv genutzt wird. Seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden in Österreich die öffentlichen Fördergelder für die Almwirtschaft immer wieder angehoben, wodurch für Bauern und Bäuerinnen neue Anreize geschaffen wurden, ihre Almen (wieder) zu bewirtschaften. Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts erlebte die Almwirtschaft österreichweit dadurch sogar einen kleinen Aufschwung. (Kirchengast 2006). Bergmähder stellten früher ebenfalls ein wesentliches Standbein der traditionellen Berglandwirtschaft dar. Insbesondere seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts werden große Bergmahdgebiete nicht mehr genutzt. Mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung hat sich diese Aufgabe ehemaliger Bergmähder auch im Landschaftsbild deutlich bemerkbar gemacht.

Eine starke Abnahme von almwirtschaftlich nutzbaren Flächen gab es vor allem in der Höhenstufe zwischen 1.200 und 2.000 m. Trotzdem liegen auch heute noch über 60 % der almwirtschaftlich nutzbaren Fläche in der Gemeinde Rauris unterhalb von 2.000 m Seehöhe und damit deutlich unterhalb der natürlichen Waldgrenze. 1871/73 lag dieser Anteil sogar



Abb. 19. Almwirtschaftlich nutzbare Fläche in der Gemeinde Rauris: Die Lachkendlalm südöstlich von Bucheben ist heute wie ein Großteil der Almgebiete in den Gemeinden Rauris und Flattach durch eine mit Pkw befahrbare Straße erschlossen. Die Waldgrenze ist hier durch die intensive Almwirtschaft etwa 150 bis 200 m unter die klimatisch bedingte natürliche Grenze heruntergedrückt.

noch bei ca. 75 %. Oberhalb von 2.000 m blieb die Almfläche annähernd konstant. In der Gemeinde Flattach befinden sich die meisten almwirtschaftlich nutzbaren Flächen dagegen oberhalb von 2.000 m Seehöhe und damit weitgehend oberhalb der natürlichen Waldgrenze. Bei der Entwicklung der Verteilung der almwirtschaftlich nutzbaren Fläche in Bezug auf die Hangneigung ist der geringste Rückgang generell im Bereich der flachen und gering geneigten Gunstlagen zu finden.

Trotz der allgemeinen Abnahme bedecken Almflächen (almwirtschaftlich nutzbare Flächen) auch heute noch mehr als ein Drittel des Gemeindegebiets von Rauris und etwa ein Viertel des Gemeindegebiets von Flattach und stellen damit einen wesentlichen Faktor der landwirtschaftlichen Produktionsfläche dar.

Als **Grünland** wurden jene Flächen klassifiziert, die als Hauptbetriebsflächen im Nahbereich der landwirtschaftlichen Betriebe dienten bzw. dienen. Die obere Grenze der Grünlandgebiete ist durch einen fließenden Übergang zu almwirtschaftlich genutztem Gebiet gekennzeichnet. Die Grenze wurde auf Basis der historischen Karten von 1871/73 und 1930/32, der Zeit der größten Almausdehnung im betrachteten Zeitraum definiert (siehe oben). Unterhalb dieser Linie findet man als vorherrschende Nutzungsform der Freiflächen Grünlandnutzung bzw. vor ca. 1960 teilweise auch Ackerbau.

1871/73 lag die Grünlandfläche im engeren Sinn noch bei etwa 9 % (Rauris) bzw. 8 % (Flattach) der Gemeindeflächen. Bis 1930/32 fiel der Grünlandrückgang noch nicht so stark ins Gewicht. Erst in den letzten Jahrzehnten gingen die in den Haupttälern gelegenen Grünlandflächen verstärkt zurück (auf heute 5,6 % in Rauris und 3,5 % in Flattach), wobei dies einerseits auf die Verwaldung von früher landwirtschaftlich genutzten Flächen, andererseits auf die Ausdehnung der Siedlungen und der verbauten Flächen zurückzuführen ist.

Die Landbedeckungsklasse **„Verbaute Fläche und Siedlungen“** umfasst geschlossene Siedlungen und Einzelgehöfte inkl. zugehöriger bewirtschafteter Flächen (z.B. Hausgärten), Industriebetriebe, versiegelte Flächen (Manipulationsflächen im Bereich von Betrieben, Parkplätze) sowie Almdörfer. Die Ergebnisse aus der Klassifikation der Satellitendaten wurden aufgrund der zu geringen räumlichen Auflösung der Daten und häufiger Fehl-

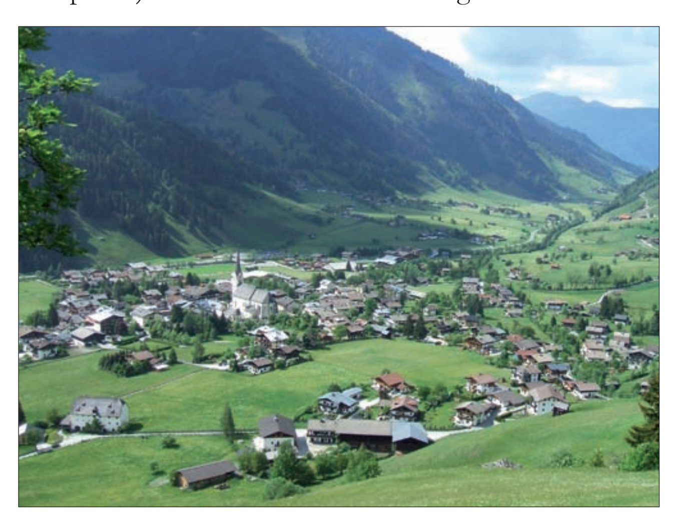


Abb. 20. Verbaute Fläche und Siedlungen in der Gemeinde Rauris: Rund um den alten Kern des Marktes Rauris entstanden vor allem seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zahlreiche neue Gebäude und Infrastruktureinrichtungen. Diese Bautätigkeit im Rauriser Zentralraum hält nach wie vor an. Im Rahmen der Datenklassifizierung wurden bewirtschaftete Flächen im Nahbereich von Gebäuden (z.B. Hausgärten) als Siedlungsgebiet definiert, ebenso Parkplätze und Sportanlagen (z.B. Tennisplätze).

klassifikationen durch eine Digitalisierung aktueller Orthophotos (Quelle: Salzburger bzw. Kärntner Landesinformationssystem) ergänzt.

1871/73 umfasste die Siedlungsfläche lediglich 0,3 (Rauris) bzw. 0,4 % (Flattach). Bis 1930/32 blieb die Siedlungsfläche in Rauris fast unverändert, während sie in Flattach leicht auf 0,5 % zunahm. Für diese Zunahme war vor allem die Siedlungsentwicklung im Mölltal verantwortlich. Seit 1932 hat sich der Anteil der Siedlungsflächen in beiden Gemeinden mehr als verdoppelt und beträgt aktuell etwas mehr als 0,6 % in Rauris und 1,25 % in Flattach. Dabei kam es in den Randlagen der Innerfragant sogar zu einer Abnahme der Siedlungsfläche, während die südexponierten zum Mölltal hin abfallenden Hänge und der Talboden heute verstärkt als Siedlungsraum genutzt werden.

Die Landbedeckungsklasse **„Stehende Gewässer“** wurde nur in der Gemeinde Flattach ausgewertet. In den Karen der Böseckgruppe und der Goldberggruppe liegen mehrere natürliche Karseen (Oscheniksee, Feldsee, Schwarzsee, Mernigsee, Weißsee, Stübeleseen). Im Zuge der Wasserkraftnutzung durch die KELAG – Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft – wurden die meisten dieser Seen seit 1963 zu Speichern ausgebaut und deren Fläche dadurch vergrößert. Zusätzlich wurden weitere Speicherseen im Almgebiet der Wurtenalm (Wurtenspeicher) bzw. im Ödlandgebiet am



Abb. 21: Stehende Gewässer in der Gemeinde Flattach: In den Karen der Goldberggruppe und der Böseckgruppe liegen einige natürliche Karseen. Nur wenige Seen blieben vom Ausbau der Wasserkraft unberührt, wie etwa der Obere Feldsee am Fuß der Feldseescharte.



Abb. 22. Stehende Gewässer in der Gemeinde Flattach: Das große Wasserkraftpotential des Fraganter Tals und benachbarter Täler wird durch die Kraftwerksgruppe Fragant, dem Rückgrat der Stromerzeugung durch die KELAG-Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft genutzt. Die meisten der natürlichen Karseen wurden zu Speichern ausgebaut und deren Fläche dadurch vergrößert (etwa der Weißsee, im Bild links). Zusätzlich wurden einige neue Speicherseen aufgestaut (etwa der Hochwurtenspeicher, im Bild rechts).



Abb. 23. Rauris: Die Fläche der stehenden Gewässer in der Gemeinde Rauris ist auf Grund der geringen Ausmaße der Wasserflächen nicht auswertbar. Zahlreiche Tümpel befinden sich beispielsweise im Bergsturzgebiet des Durchgangwaldes, dem sogenannten „Rauriser Urwald".

Fuß des Wurtenkeeses (Hochwurtenspeicher) errichtet. In Innerfragant befinden sich der kleine Speicher Haselstein und das Ausgleichsbecken Innerfragant. In den Jahren 2008/09 wurde an einer zusätzlichen Erweiterung der Kraftwerkgruppe durch die Errichtung des Pumpspeicherkraftwerks Feldsee gearbeitet. Die Fläche der stehenden Gewässer in der Gemeinde Flattach betrug vor dem Ausbau der Wasserkraft etwa 0,6 %. Bis heute ist diese Fläche auf 1,4 % des Gemeindegebiets angestiegen.

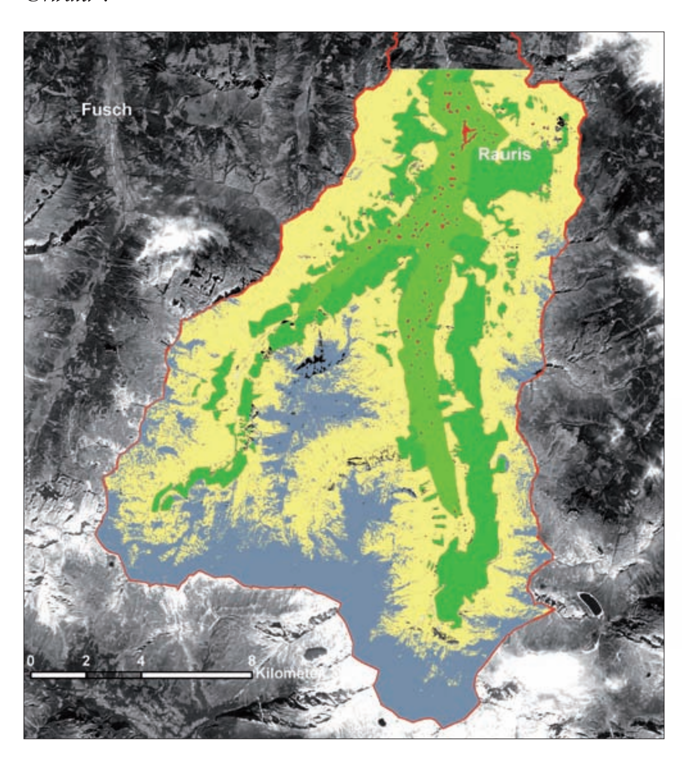


Abb. 24. Landbedeckung in der Gemeinde Rauris um 1871/73 (Datengrundlage: Karten der 3. Landesaufnahme 1871/73; © BEV 2009, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen in Wien, T2009/53648; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)

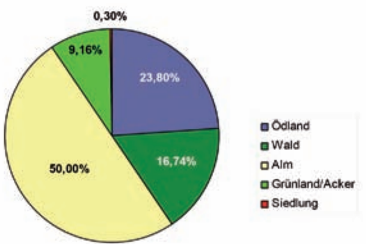
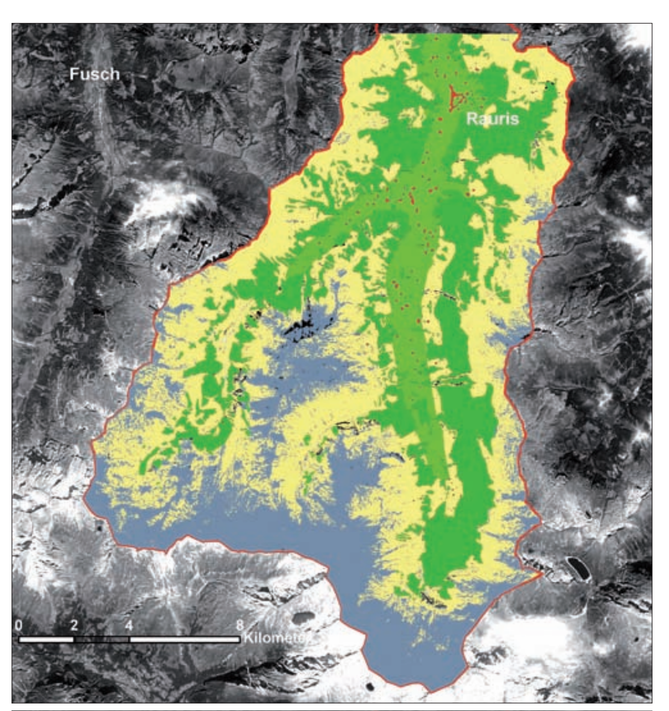


Abb. 25. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Rauris für 1871/73

Abb. 26. Landbedeckung in der Gemeinde Rauris um 1930/32 (Datengrundlage: Karten der 4. Landesaufnahme 1930/32; © BEV 2009, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen in Wien, T2009/53648; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)



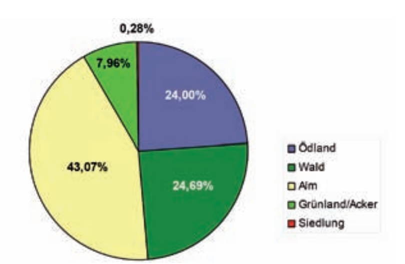
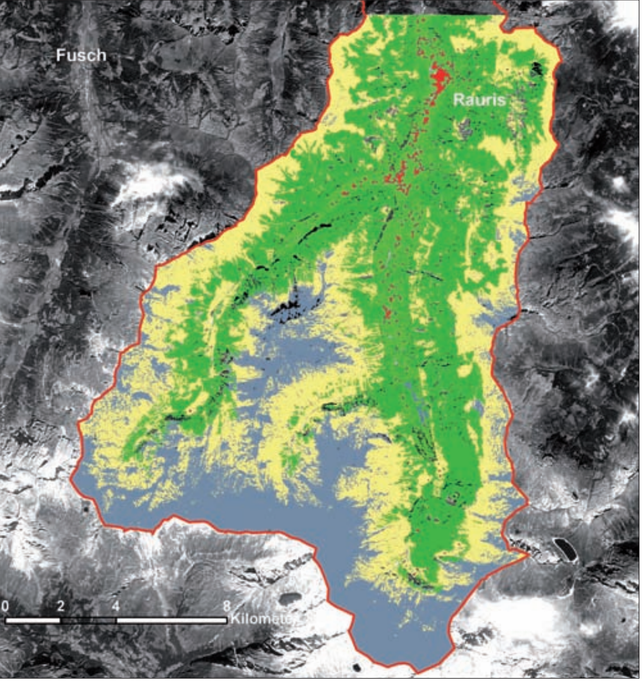


Abb. 27. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Rauris für 1930/32

Abb. 28. Landbedeckung in der Gemeinde Rauris um 2005/06 (Datengrundlage: Satellitendaten ASTER 2005 und SPOT 2006; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)



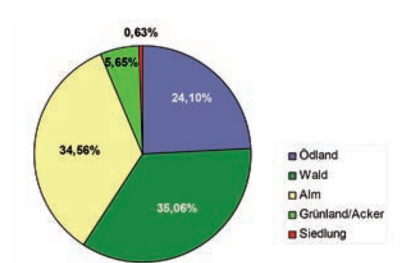


Abb. 29. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Rauris für 2005/06

In der Gemeinde Rauris findet man einige unterschiedliche Typen von stehenden Gewässern, deren gemeinsames Merkmal ihre sehr geringe Größe ist (z.B. Gletscherseen, Tümpel und Teiche auf den Bergsturzablagerungen des Durchgangswaldes, Speicherteiche für die Beschneiung der Skipisten im Skigebiet Hochalm). Aufgrund der durchwegs geringen Größe dieser Wasserflächen konnten sie in die statistische Auswertung nicht einbezogen werden.

Die Hauptursache für die festgestellten Veränderungen in der Landbedeckung in den Gemeinden Rauris und Flattach war im Zeitraum zwischen 1870 und heute sicher die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung. Die klimatischen Verhältnisse sind eindeutig nur für die signifikante Veränderung der Landbedeckungseinheit „Gletscher“ mit dem seit dem Maximum von 1850 nur durch kurze Vorstoßphasen unterbrochenen Gletscherrückzug verantwortlich.

In Zukunft könnten allerdings auch weitere Landbedeckungseinheiten (z.B. Wald- und Almbereiche) stark von der Klimaentwicklung beeinflusst werden. Eine exakte Erhebung des derzeitigen Zustands ist daher als Ausgangspunkt für das Monitoring von Veränderungen infolge des prognostizierten Klimawandels von großer Bedeutung.

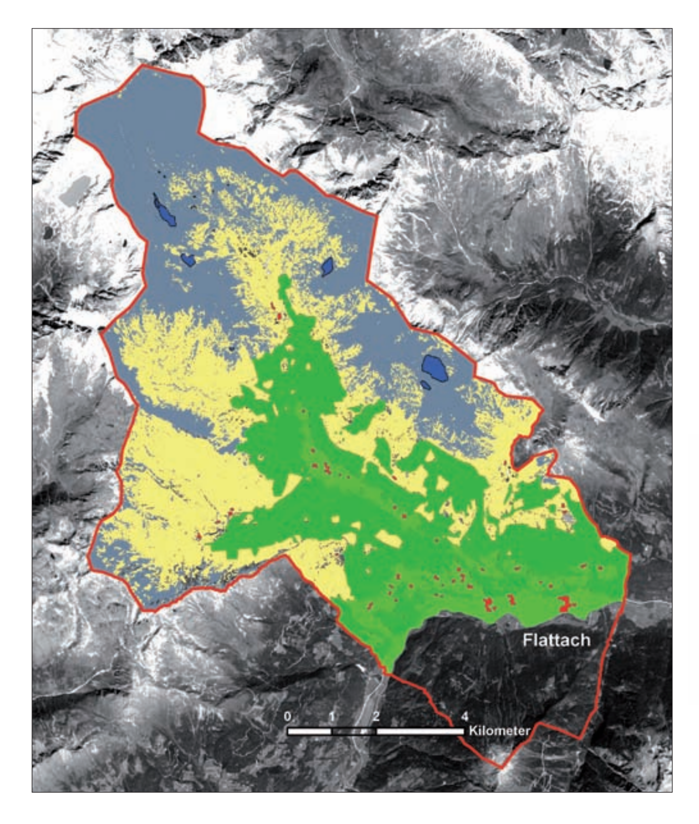


Abb. 30. Landbedeckung in der Gemeinde Flattach um 1871/73 (Datengrundlage: Karten der 3. Landesaufnahme 1871/73; © BEV 2009, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen in Wien, T2009/53648; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)

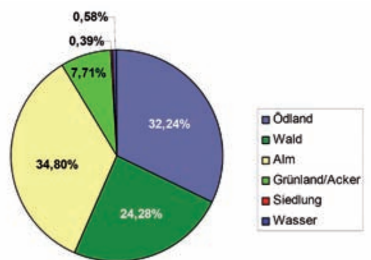
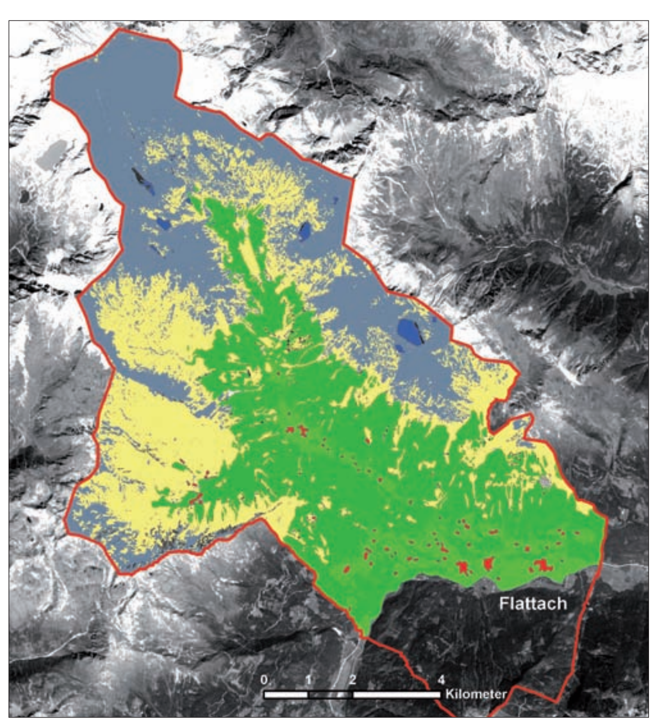


Abb. 31. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Flattach für 1871/73

Abb. 32. Landbedeckung in der Gemeinde Flattach um 1930/32 (Datengrundlage: Karten der 4. Landesaufnahme 1930/32; © BEV 2009, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen in Wien, T2009/53648; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)



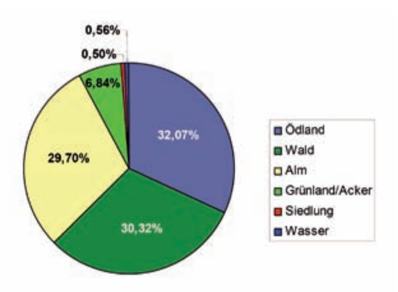
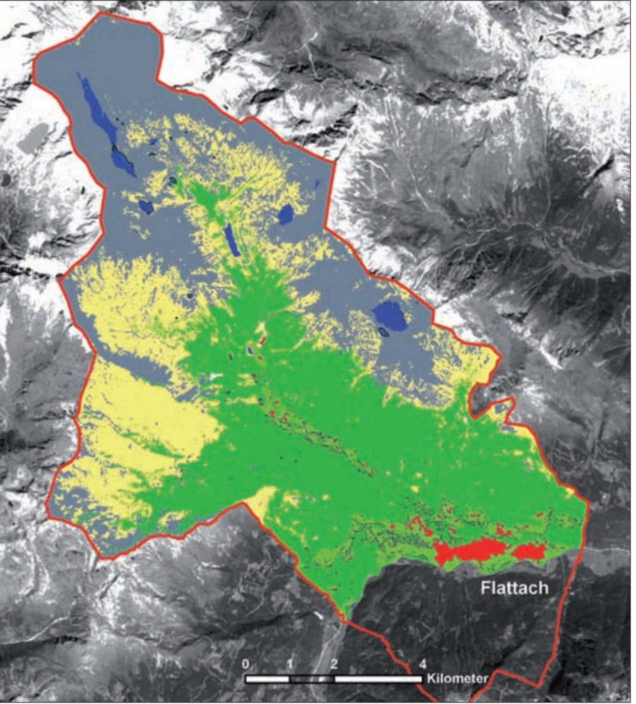


Abb. 33. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Flattach für 1930/32

Abb. 34. Landbedeckung in der Gemeinde Flattach um 2005/06 (Datengrundlage: Satellitendaten ASTER 2005 und SPOT 2006; Hintergrund: Satellitenbild ASTER 2005)



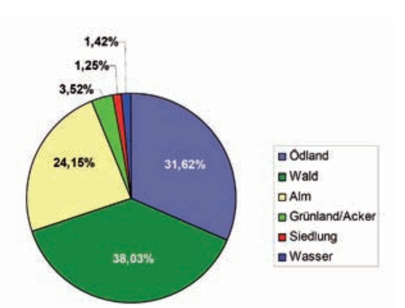


Abb. 35. Verteilung der Landbedeckungskategorien in der Gemeinde Flattach für 2005/06

Im Talmuseum Rauris befindet sich eine Sammlung von alten Ansichtskarten aus dem Rauriser Tal, die den Zeitraum zwischen 1885 und 1952 abdeckt und interessante Vergleiche mit der heutigen Situation ermöglicht. Einige Beispiele sollen abschließend die Entwicklung der Landschaft und der Landbedeckung im Verlauf des 20. Jahrhunderts dokumentieren.



Abb. 36. Blick von der Straße oberhalb des Schwimmbads nach Süden über den Markt Rauris zum Platteck und Schodenkopf (1910 und 2007).

Am flachen Schwemmkegel des Geißbachs am nördlichen Ortsrand von Rauris im Vordergrund sind neue Wohnhäuser entstanden. Auch im weitgehend ebenen Talboden des Rauriser Tals zwischen Rauris und Wörth wurden zahlreiche Gebäude errichtet. Der Talboden und die Schwemmkegel der einmündenden Seitenbäche sind heute wesentlich weniger durch Hecken und Baumreihen gegliedert als im Jahr 1910. Die markanten Schwendflächen und Mähwiesen am nordexponierten Rücken des Plattecks und an den ostexponierten bis 40° steilen Hängen westlich des Rauriser Tals sind heute weitgehend bewaldet.



Abb. 37. Markt Rauris von Westen gegen Neudegg, Grubereck (links) und Mooseckhöhe (rechts) (ca. 1910 und 2007).

Am flachen Schwemmkegel des Geißbachs wurden neue Wohnhäuser errichtet. Die 1910 bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen (Wiesen und Äcker) wurden stark reduziert; Ackerbau wird heute nicht mehr betrieben. Die südwestexponierten Hänge des Grubereck sind etwas stärker bewaldet. Im unteren Teil des Neudegg entstanden ebenfalls einige neue Wohnhäuser. Etwas größere Ausdehnung besitzen auch die Waldflächen und Buschreihen auf den westexponierten, mit Hangneigungen zwischen 20 und 30° mäßig steilen Hängen des Neudegg, wobei aber noch immer große Flächen als Mähwiesen und Weiden genutzt werden.





Abb. 38. Blick von Rainberg über den Markt Rauris nach Westen gegen Kreuzboden, Reißrachkopf und Hirschkopf (1930 und 2007).

Der Markt Rauris hat sich in alle Richtungen stark ausgedehnt und nimmt einen großen Teil des flachen Schwemmkegels des Geißbachs ein. Die landwirtschaftlichen Nutzflächen (Wiesen und Äcker) wurden daher stark reduziert; Ackerbau wird 2007 nicht mehr betrieben. Die um 1930 noch als Mähwiesen genutzten ostexponierten Hänge mit Hangneigungen zwischen 25 und 35° an der westlichen Talflanke sind heute überwiegend bewaldet oder verbuscht. Auch im ostexponierten Einzugsgebiet des Hundsdorfer Bachs hat die Bewaldung zugenommen, wobei in Höhenlagen oberhalb von ca. 1.500 m Grünerlengebüsch dominiert.

B4. Literatur

Auer I, Böhm R, Korus E, Proske H, 2007. Extremereignisse in den Gemeinden Flattach und Rauris.- Zielvereinbarung 18 für den 2. Zwischenbericht im Rahmen des Projekts „A Tale of two Valleys“, Wien, Graz. http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/ZV_18.pdf.

Blümel W, 2008. „Tauernfenster,“ Microsoft® Encarta® Online-Enzyklopädie 2008 http://de.encarta.msn.com © 1997-2008 Microsoft Corporation.

Böhm R, Auer I, Korus E, 2006. Das Klima der letzten beiden Jahrhunderte in Flattach.- Bericht im Rahmen des proVision Projekts „A Tale of two Valleys“, ZAMG, Wien. http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/ZV_19F.pdf.

Bollinger D, 2006. Der Bergsturz von Goldau 1806. Rückblick und Ausblick.- Bulletin für angewandte Geologie, Vol 11/2, 3-12, VSP, SFIG, Bern.

Bollinger D, Hegg Ch, Keusen HR, Lateltin O, 2000. Aspekte der Hangstabilität.- In: Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren (AGN): Ursachenanalyse der Hanginstabilitäten 1999, Bulletin für angewandte Geologie, VSP, SFIG, Bern.

Demoser H, (Hrsg.) 2000. Obervellacher Lesebuch. Ein Streifzug durch Jahrtausende mit Geschichten aus dem Mölltal.- Johannes Heyn, Klagenfurt.

Exner C, 1964. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Sonnnblickgruppe.- Geologische Bundesanstalt, Wien.

Fritz A, Ucik FH, 2001. Klimageschichte der Hohen Tauern. Spätwürmzeitliche und postglaziale Klima- und Vegetationsentwicklung in den südlichen Hohen Tauern (Ostalpen, Kärnten).- Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern, Sonderband 3, Kärntner Nationalparkfonds, Großkirchheim.

Haeberli W, 1983. Frequency and characteristics of glacier floods in the Swiss Alps.- Annals of Glaciology, 4, 85 – 90, Cambridge.

Hegg C, 2006. Waldwirkung auf Hochwasser.- LWF-Wissen Nr. 55, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), 29-33, Freising.

Hellerschmidt-Alber J, 1998. Bericht 1997 über geologische Aufnahmen im Penninikum des Hüttwinkltales auf Blatt 154 Rauris.- Jb. Geol. B.-A., 141/3 , pp. 297-302, Wien.

Keusen HR, 2006. Bröckelnde Berge, Felsstürze und neue Gefahren für Bergsteiger.- Schweizer Bergführerverband, www.4000plus.ch.

Kirchengast C, 2006. Über Almen – sozial- und kulturanthropologische Betrachtungen zur Almwirtschaft in Österreich.- Teilprojekt von ALP Austria (Hrsg. Lebensministerium), Wien.

Krainer K, 2007. Permafrost und Naturgefahren in Österreich.- Ländlicher Raum, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jahrgang 2007.

Lenhardt W, Hammerl C, 2007. Erdbeben in Österreich.- Fachbereich Geophysik / Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

Patzelt G, 2002. Revision der alpinen Hochwürm- und Spätglazial-Chronologie nach kalibrierten Radiokarbondaten.- Festkolloquium D. van Husen am 26. April 2002, Geol. B.-A., Wien 2002.

Rickli C. (Red.), 2001. Vegetationswirkungen und Rutschungen. Untersuchung zum Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse in Sachseln OW am 15. August 1997.- Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Birmensdorf, Bern.

Tasser E, Tappeiner U, 2007. Wenn der Bauer mäht… Ökologische Folgen von Landnutzungsänderungen.- Ländlicher Raum, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jahrgang 2007.

Van Husen D, 1987. Die Ostalpen in der Eiszeit. Aus der geologischen Geschichte Österreichs.- Geol. B.-A., Wien.

C. Wirtschaft

C1. Sozioökonomische Ausgangssituation von Rauris und Flattach

Clemens Habsburg-Lothringen, Christine Aumayr, Franz Prettenthaler, Anna Kirchengast
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Elisabethstr. 20, Graz

C1.1 Die NUTS 3-Regionen Pinzgau-Pongau (AT 322) und Oberkärnten (AT 212) im europäischen Vergleich

Zunächst sollen die beiden Gemeinden mit ihrer unmittelbaren Umgebung, mit der sie ja jeweils strukturell verwandt sind, einem europäischen Vergleich zugeführt werden. Dafür werden die Regionen in ihren jeweiligen NUTS 3[1]-Regionen eingebettet. Für die Analyse der Entwicklung beider NUTS 3-Regionen im europäischen Regionsvergleich wird in Folge auf eine Clusteranalyse europäischer Regionstypen zurückgegriffen, die über 1.100 europäische NUTS 3-Regionen anhand wirtschaftsstruktureller[2] und räumlicher Gesichtspunkte klassifiziert (Prettenthaler, 2007). Ziel dieser Analyse, welche acht nicht-städtische und drei städtische Typen unter den oft sehr unterschiedlichen Regionen Europas identifizierte, war es, eine Basis für Vergleiche von „Gleichem mit Gleichem" zu schaffen, und nur solche Regionen gegeneinander in einen Benchmark-Ranking-Vergleich treten zu lassen, die sich in Hinblick auf ihre strukturellen und räumlichen Gegebenheiten ähneln. Eine methodisch verwandte Arbeit ist Prettenthaler (2004), in welcher eine Klassifikation von 77 süd-osteuropäischen Regionen vorgenommen wurde.

Vorweggenommen sei an dieser Stelle schon, dass die Region Pinzgau-Pongau in die Gruppe der europäischen „intensiven Tourismusgebiete" und Oberkärnten in jene der europäischen „Tourismusgebiete" fällt. Beide Gruppen zählen mit nur 15 bzw. 44 Mitgliedern zu den kleineren Regionstypusclustern, wodurch die statistisch signifikante Aussagekraft bei Vergleichen innerhalb der Gruppe eingeschränkt ist. Die weiter unten angeführte Graphik (Abbildung 6, Vergrößerung siehe Abbildung 2) gibt einen Überblick über die Ergebnisse dieser europaweiten Analyse. Viele der europäischen intensiven und „normalen" Tourismusgebiete konzentrieren sich im (österreichischen) Alpenraum sowie auf den griechischen Inseln und unterscheiden sich von anderen Regionen insbesondere durch ihre hohe Bettenanzahl in Hotels je Einwohner sowie im Durchschnitt auch durch einen relativ hohen Bruttowertschöpfungsanteil im primären Sektor (dieser ist jedoch gerade durch die mediterranen Regionen in dieser Gruppe beeinflusst.)

---

1 „NUTS" ist die Abkürzung für „Nomenclature des unités territoriales statistiques", zu deutsch „Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik". Es handelt sich um eine allgemeine, hierarchisch aufgebaute, dreistufige territoriale Gliederung der EU-Staaten (NUTS 1,2,3), wobei die NUTS-Einheiten in der Regel aus einer Verwaltungseinheit oder einer Gruppierung mehrerer Einheiten bestehen (Definition lt. Statistik Austria, 2006). Die NUTS 3-Region Pinzgau-Pongau umfasst die Bezirke St. Johann i. P. und Zell am See, die NUTS 3-Region Oberkärnten die Bezirke Feldkirchen, Hermagor und Spittal an der Drau.

2 Anteil der Beschäftigten im primären (tertiären) Sektor, Anteil der Bruttowertschöpfung im produzierenden Bereich, Hotelbettendichte, Bevölkerungsdichte, Erreichbarkeit von Bevölkerung. Genau genommen wurden zwei getrennte Clusteranalysen für städtische und nichtstädtische Regionen durchgeführt.

Für die intensiven Tourismusgebiete bezeichnend ist die weit unterdurchschnittliche Erreichbarkeit von Bevölkerung, die noch unter der durchschnittlichen Erreichbarkeit der europäischen Randgebiete liegt. Die Erreichbarkeit von Bruttoregionalprodukt ist dabei jedoch bedeutend höher[3]. Intensive Tourismusregionen weisen im Durchschnitt eine äußerst hohe Arbeitsproduktivität (näherungsweise gemessen als Bruttowertschöpfung je sektoral Beschäftigten) im Dienstleistungssektor auf, die sogar über jener der meisten städtischen Regionstypen liegt. Die österreichischen Regionen dieser Gruppe zeigen im europäischen Vergleich hohe Produktivitäten im produzierenden Bereich: Während – wie auch Palme (1995) auf Bezirksebene feststellt – viele Nebentäler in den jeweiligen Regionen touristisch erschlossen sind, sind in den Haupttälern Industriezweige angesiedelt.

In der Gruppe der Tourismusgebiete befinden sich 44 Mitgliedsregionen, die im Durchschnitt über 62 Betten in Hotels je 1000 Einwohner verfügen. Gearbeitet wird noch zu einem hohen Teil in der Landwirtschaft (6 %), bedeutendster Sektor ist jedoch der Dienstleistungssektor mit 75 % Wertschöpfungsanteil und 71 % der Beschäftigten. Damit liegt der Anteil dieses Sektors schon über dem Gesamtdurchschnitt, der auch städtische Regionen berücksichtigt. Geographisch besonders auffallend ist die Tatsache, dass nur westeuropäische Regionen diesen Cluster besetzen. In Osteuropa scheinen sich noch keine derartigen Tourismusgebiete ausgebildet zu haben.

Name	Einheit	Intensive Tourismusgebiete	Tourismusgebiete	AT322 Pinzgau-Pongau	AT212 Oberkärnten
Bevölkerungsdichte	Einwohner je km²	95	110	37	32
Betten in Hotels je 1000 Einwohner	je Tausend Einwohner	192	62	195	106
Erreichbarkeit[3] Bevölkerung	Distanzgewichtete Bevölkerung	11.535	19.905	17.194	23.444
Erreichbarkeit Beschäftigung	Distanzgewichtete Beschäftigung	5.072	8.784	7.790	10.093
Erreichbarkeit von Bruttoregionalprodukt	Distanzgewichtetes Bruttoregionalprodukt	241.583	445.208	374.042	443.406
Wertschöpfungsanteil des primären Sektors[1]	Prozent	7	3	2	6
Wertschöpfungsanteil des sekundären Sektors[a]	Prozent	20	22	29	33

3 Die angegebenen Erreichbarkeitsmaße stammen von IRPUD Deutschland und wurden uns dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

Name	Einheit	Intensive Tourismus-gebiete	Tourismus-gebiete	AT322 Pinzgau-Pongau	AT212 Ober-kärnten
Wertschöpfungsanteil des tertiären Sektors[a]	Prozent	74	75	69	61
Beschäftigtenanteil Primärer Sektor[a]	Prozent	14	6	6	10
Beschäftigtenanteil Sekundärer Sektor[a]	Prozent	23	23	23	29
Beschäftigtenanteil Tertiärer Sektor[a]	Prozent	63	71	71	61
Arbeitsproduktivität Primärer Sektor	Euro je Beschäftigten	22.626	23.602	17.826	26.444
Arbeitsproduktivität Sekundärer Sektor	Euro je Beschäftigten	40.352	42.931	59.425	51.533
Arbeitsproduktivität Tertiärer Sektor	Euro je Beschäftigten	53.439	46.771	46.229	45.594

Abb. 1. Zusammenfassung wirtschaftlicher Kenngrößen der beiden Regionen und ihrer europäischen Regionstypen 2002, Quelle: Rohdaten: EUROSTAT, Regionalstatistiken, IRPUD Dortmund; Berechnungen siehe Prettenthaler 2007

[a] *Bei den angegebenen Indikatoren für die beiden europäischen Regionstypen handelt es sich um die Gruppenmittelwerte der jeweiligen Merkmalsausprägungen. Die angegebenen Anteile summieren daher nicht notwendigerweise auf 100 Prozent.*

Bei allen nun folgenden Analysen werden die Regionen Pinzgau-Pongau und Oberkärnten nur mit dem jeweiligen europäischen Regionstypus verglichen. Wie Abbildung 3 zeigt, weist die Region Pinzgau-Pongau in Bezug auf Wertschöpfung und Beschäftigung geringere Anteile im landwirtschaftlichen Sektor auf als ähnliche europäische intensive Tourismusgebiete, Oberkärnten jedoch in Bezug auf beide Indikatoren höhere Anteile als die europäischen Tourismusgebiete. Gleichzeitig weisen beide Regionen überdurchschnittlich hohe Wertschöpfungsanteile im industriellen Sektor auf, der Beschäftigungsanteil liegt jedoch nur in Oberkärnten über dem Gruppendurchschnitt. Bedingt durch die komparativ hohe Wertschöpfungs-Bedeutung des industriellen Sektors für beide Regionen, liegt der Anteil des Dienstleistungssektors in beiden Regionen mit 69 % bzw. 61 % relativ niedrig, und damit auch teilweise unter dem



Abb. 2. Detail aus Abbildung 6: Pinzgau-Pongau und Oberkärnten im europäischen Vergleich, Quelle: JR-InTeReg.

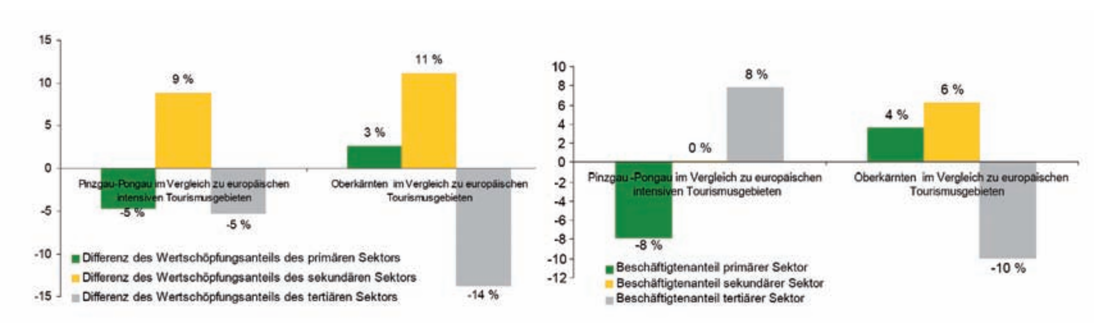


Abb. 3. Die Regionen im europäischen Vergleich: Differenz der sektoralen Wertschöpfungs- und Beschäftigtenanteile im Vergleich zum jeweiligen europäischen Regionstypus.

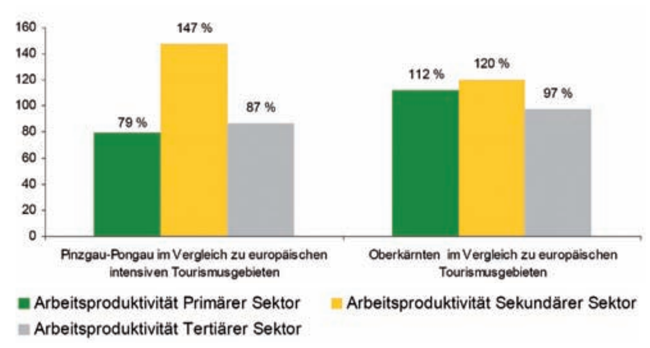


Abb. 4. Die Regionen im europäischen Vergleich: Sektorale Arbeitsproduktivitäten (Wertschöpfung je Beschäftigten in Euro) in Prozent des jeweiligen Regionstypus

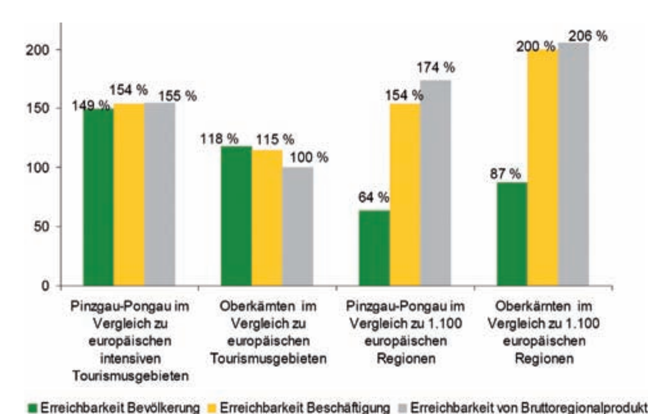


Abb. 5. Die Regionen im europäischen Vergleich: Erreichbarkeit verschiedener Zielindikatoren in Prozent des jeweiligen Regionstypus und in Prozent der in der Clusteranalyse analysierten europäischen Regionen, Quelle: IRPUD, JR-InTeReg.

Gruppendurchschnitt. Bei der Beschäftigtenstruktur weist jedoch nur Oberkärnten einen geringeren Tertiärisierungsgrad auf als die Vergleichsgruppe.

Zusammen betrachtet ergibt sich das Bild einer überdurchschnittlich hohen Arbeitsproduktivität im industriellen Sektor in beiden Regionen, Pinzgau-Pongau liegt mit einem Wert von 49.250 Euro je Beschäftigten jedoch sogar um 47 % deutlich über der Vergleichsgruppe (vgl. Abbildung 4). Gemein ist sowohl Oberkärnten als auch Pinzgau-Pongau die (leicht) unterdurchschnittliche Arbeitsproduktivität im Dienstleistungssektor. Vor allem in Pinzgau-Pongau wirkt sich der hohe Beschäftigungsanteil im tertiären Sektor stark auf die derart definierte Arbeitsproduktivität aus[4]. Beide Regionen weisen gegenüber ihrem

4 Anzumerken ist hier, dass die verwendeten Beschäftigungszahlen von Eurostat nach dem Labour Force Konzept ermittelt wurden (mindestens eine bezahlte Arbeitsstunde in diesem Sektor in der Referenzwoche) und nicht nach Vollzeit-Teilzeitbeschäftigung unterscheiden.

Regionstypus in Bezug auf die Zielgrößen Bevölkerung, Beschäftigung und Bruttoregionalprodukt überdurchschnittliche Erreichbarkeitswerte auf. Im gesamteuropäischen Vergleich bleiben für beide Regionen überdurchschnittliche Werte der Erreichbarkeit von Bruttoregionalprodukt und Beschäftigung, an Bevölkerung wird ausgehend von beiden Regionen jedoch deutlich weniger innerhalb derselben Reisezeit erreicht als in der durchschnittlichen europäischen NUTS 3-Region (vgl. Abbildung 5).

Zusammenfassend betrachtet sind beide Regionen, ausgehend von ihrer (intensiv) touristischen Ausrichtung im europäischen Vergleich doch relativ stark industrialisiert und hochproduktiv im produzierenden Bereich. In Pinzgau-Pongau kommt dem tertiären Sektor jedoch eine weit überdurchschnittliche Bedeutung für die Beschäftigung zu. Die für beide Regionen gegebene „Randlage" durch die im europäischen Vergleich äußerst geringe Erreichbarkeit von Bevölkerung im Umkreis konnte durch die Produktivität der Industrie und die Beschäftigungsintensität des Dienstleistungssektors (Tourismus) (auch der umliegenden Regionen) vermindert werden: So wird von beiden Regionen aus im europäischen Vergleich insgesamt überdurchschnittlich viel an Bruttoregionalprodukt und Beschäftigung erreicht.

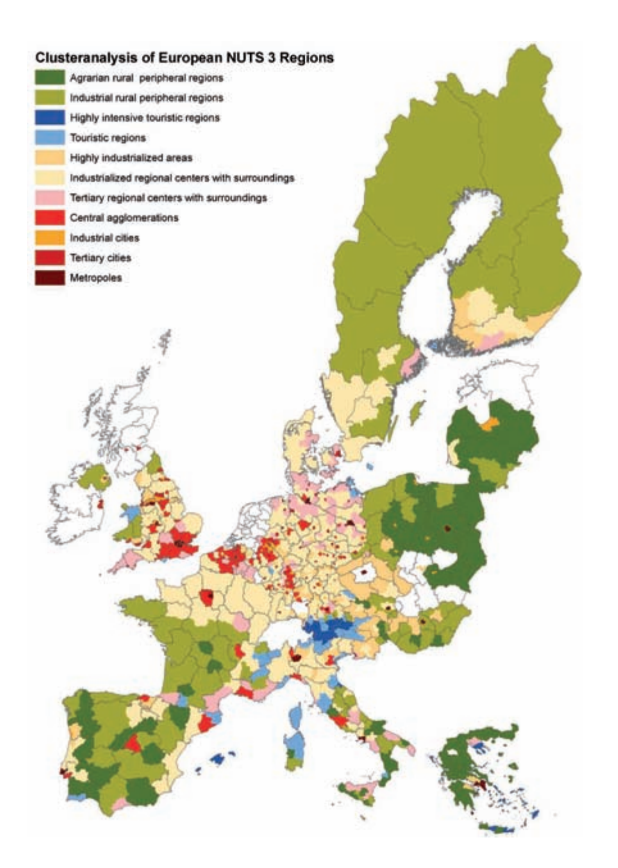


Abb. 6. Überblick über die Ergebnisse der europaweiten Clusteranalyse, Quelle: Aumayr (2006), JR-InTeReg.

C1.2 Die Projektgemeinden und die entsprechenden NUTS 3-Regionen im Österreichvergleich

Die in diesem Abschnitt in Folge ausführlich dargestellten Ergebnisse quantitativer Analysen werden, quasi als Einleitung in das Thema, durch Zitate aus qualitativen Analysen ergänzt. Die qualitativen Daten wurden im Rahmen des Projektes in qualitativen Interviews erhoben. Sie befassen sich aus Oral-History-Perspektive (Erinnerungsinterviews) mit der sozioökonomischen Entwicklung der Täler, dem Umgang mit Wetterextremen und Klimawandel und sie beschäftigen sich mit Zukunftsperspektiven beider Täler (vgl. Kirchengast 2007a,b). In der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass es wesentliche Unterschiede

zwischen quantitativen und qualitativen Daten und Methoden in der Sozial- und Wirtschaftsforschung gibt (vgl. Kirchengast 2007a: 7). Ziel qualitativer Methoden ist es, das menschliche Verhalten aus der subjektiven Perspektive des Akteurs bzw. der Akteurin zu verstehen (idiografische Methode, Hermeneutik). Während das Kriterium der Repräsentativität im Mittelpunkt methodologischer Überlegungen steht, ist bei qualitativen Studien die Suche nach dem Typischen ein zentrales Qualitätskriterium. Qualitative Forschungen haben stärker explorativen, hypothesengenerierenden Charakter (vgl. Lamnek 2005, Mayring 2002, sowie kritisch Diekmann 2002: 443ff). In quantitativen Studien steht in der Datenanalyse hingegen das Messen und Berechnen im Vordergrund. Ausführlicher werden die qualitativen Daten in Kirchengast (2007a,b) ausgewertet und dort auch mit quantitativen Daten verglichen. Durch den Vergleich qualitativer und quantitativer Daten werden quantitative Statistiken „mit Leben gefüllt" (vgl. Kirchengast 2007a: 2) und werden andererseits die qualitativen Daten auf ihre Validität geprüft (Triangulation, vgl. Flick 2006: 330ff., Mayring 2002: 147f.).

Topographische Eckdaten, Siedlungswesen

		Kataster-fläche (in km²)	Dauersied-lungsraum (in km²)	See-höhe (m)	Bevölke-rung VZ2001	Dichte EW/km² Kataster-fläche	Dichte EW/km² Dauersied-lungsraum
20607	Flattach	98,7	5,8	696	1.373	14	237
206	Bezirk Spittal	2.764,5	326,4	771	81.719	30	250
203	Bezirk Hermagor	808,0	119,0	741	19.757	24	166
210	Bezirk Feldkirchen	558,6	150,8	719	30.273	54	201
N213	NUTS 3 Oberkärnten	4.131,1	596,2	756	131.749	32	221
50617	Rauris	253,1	23,9	949	3.107	12	130
506	Bezirk Pinzgau	2.640,9	354,5	800	84.124	32	237
504	Bezirk Pongau	1.755,4	270,3	833	77.872	44	288
N323	NUTS 3 Pinzgau/ Pongau	4.396,2	624,9	816	161.996	37	259

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Die Gemeinde Flattach ist von der Größe der Katasterfläche her betrachtet die 144. größte Gemeinde Österreichs (98,7 km²), bezogen auf den Dauersiedlungsraum nimmt sie jedoch nur den 1774. Rang ein. Mit einer Seehöhe von knapp 700 m ist sie die 554. höchstgelegene Gemeinde.

Dementsprechend unterschiedlich positioniert sie sich auch bei der Bevölkerungsdichte: Die Betrachtung über die gesamte Katasterfläche führt zu Rang 2224, bezogen auf den Dauersiedlungsraum jedoch zu Rang 701. Das Gemeindegebiet umfasst neun Ortschaften, wobei Flattach selbst 429 Einwohner zählt, die Ortschaft Außerfragant 301.

Rauris hingegen ist bezogen auf die Katasterfläche (253,1 km²) die 7. größte Gemeinde Österreichs und hinsichtlich des Dauersiedlungsraumes auch noch die 306. größte. Die Seehöhe liegt bei knapp 950 m und sie ist somit die 198. höchstgelegene Gemeinde.

Die Bevölkerungsdichte über die gesamte Katasterfläche führt zu Rang 2261, jenen bezogen nur auf den Dauersiedlungsraum zu Rang 1342. Das Gemeindegebiet umfasst 12 Ortschaften mit Rauris (1.124 Einwohner) als eindeutigem Zentrum. Die nächstgrößten Orte Seidlwinkl, Wörth und Vorstandsrevier zählen zwischen 309 und 361 Einwohner.

Insgesamt zeigt sich somit für die Gemeinde Flattach auf Grund der wesentlich niedrigeren Seehöhe bei gleichzeitig annähernd gleich hohen Maximalwerten des höchsten ausgewiesenen Ortes eine deutlich höhere Reliefenergie. Damit verbunden ist der Dauersiedlungsraum, aber auch der (land)wirtschaftliche Bewirtschaftungsraum sehr stark vermindert.

Tab. 1. Zahl der Gebäude mit Hauptwohnsitz- bzw. nur Nebenwohnsitzangabe 2001 und Veränderungen gegenüber 1981

	Anzahl der Gebäude 2001	Veränderung 1981/2001, in %	Gebäude mit Nebenwohnsitz 2001, in %	Veränderung gegenüber 1981 in %-Punkten
Flattach	483	29,5	24,0	1,0
Bezirk Spittal	24.535	25,0	22,1	2,6
Bezirk Hermagor	7.217	29,6	28,7	9,3
Bezirk Feldkirchen	10.165	36,9	24,5	1,9
NUTS 3 Oberkärnten	41.917	28,5	23,8	3,6
Rauris	876	34,8	19,4	0,8
Bezirk Pinzgau	23.578	41,2	22,7	3,0
Bezirk Pongau	19.150	40,6	21,3	3,0
NUTS 3 Pinzgau/Pongau	42.728	41,0	22,1	3,0

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Wie Tabelle 1 und Abbildung 7 sehr deutlich zeigen, war die Gemeinde Flattach in den vergangenen 20 Jahren ausgehend von einem bereits hohem Niveau von 65 Gebäuden pro km² Dauersiedlungsfläche einem weiteren starken Siedlungsdruck ausgesetzt, der zum Großteil auf neue Hauptwohnsitze zurückzuführen ist. Mit nunmehr 84 Gebäuden weist Flattach eine um 56 % höhere Dichte auf als die Gemeinde Rauris (37 Gebäude). Bezogen auf die Nebenwohnsitze sind es sogar 65 %. (20 vs. 9 Gebäude).

Aber auch die Gemeinde Rauris war in diesem Zeitraum relativ betrachtet sogar einem noch stärkeren Siedlungsdruck unterworfen, jedoch war das Ausgangsniveau mit nur 27 Gebäuden pro km² Dauersiedlungsfläche sehr gering. Der Anstieg der Gebäudeanzahl um knapp 35 % in den Jahren 1981 bis 2001 ist dennoch im Vergleich zu den Salzburger Vergleichsregionen eher moderat ausgefallen.

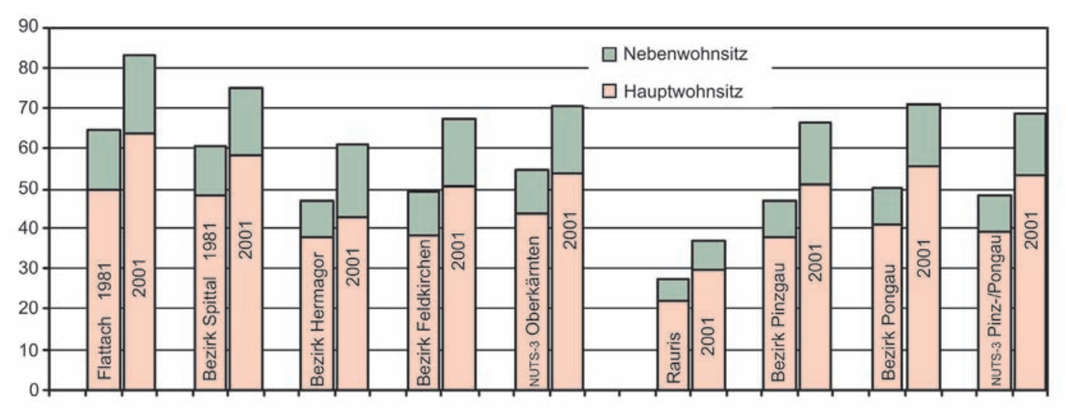


Abb.7. Zahl der Gebäude mit Hauptwohnsitz- bzw. nur Nebenwohnsitzangabe pro km² Dauersiedlungsraum 1981 und 2001,
Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

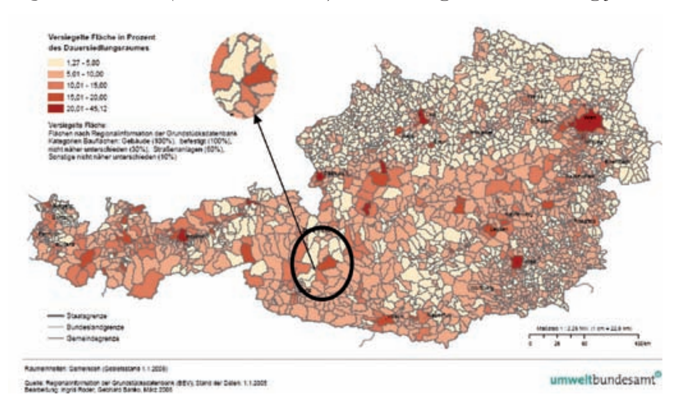


Abb. 8. Anteil der versiegelten Fläche am Dauersiedlungsraum, Quelle: Umweltbundesamt 2006 (Regionalinformation der Grundstücksdatenbank (BEV); Stand der Daten: 1.1.2005)

Bevölkerung

65jährige Rauriser Wirtin: *„Es war wunderschön, wir haben zusammengehalten wie Pech und Schwefel. Bei uns (...) hat sich der ganze Markt abgespielt. Wir sind zwar arm aufgewachsen, nach der Kriegszeit, das war glaube ich überall so, aber schlimm war halt dann, wie mein Vater gestorben ist (...) und die Mutter mit uns mehr als 15 Kindern allein dagestanden ist, das war eine schlimme Zeit. Aber wir haben alle mitgeholfen. Die Mutter war recht stolz, dass sie mit uns Kindern die Heimat behalten hat können, dass sie nichts verkaufen hat brauchen, dass wir alle zusammengeholfen haben. Natürlich haben wir müssen, wie wir aus der Schule 'aussi' gekommen sind, sofort schauen, wie wir selbst was dazu verdienen haben können, Aushilfe im Gastgewerbe usw."* (Kirchengast 2007b: 82)

Interviewerin (I): „W*enn Sie an die Jugendlichen denken oder Schüler denken, mit denen Sie Schule gegangen sind in Rauris. Wohnen viele jetzt im Ort oder gibt es viele die weggezogen sind?"*

30jähriger Rauriser Handwerker (HRM30): „*Ich glaube wir waren ein fruchtbarer Jahrgang, wir waren zwei Schulklassen mit je 30 Leuten. Ist für Rauris irrsinnig viel und in Rauris ist ein ganz kleiner Teil. Ich schätze von den 60, die wir insgesamt sind, vielleicht höchstens 15, 20, die in Rauris geblieben sind."*

I: „*Die anderen 40, zwei Drittel.*"

HRM30: „*Die studiert haben, sind sowieso auswärts, was nur hie und da ‚eina' kommen, wo man sich dann beim Schi fahren trifft, z.B. aber es ist zum Großteil ...*"

I: „*Die dann komplett weggezogen sind.*" (Kirchengast 2007b, S. 103)

75jähriger Flattacher Kraftwerksbauer (HFM75): „*Meine Kindheit, die ist natürlich schwer gewesen. In den 30er-Jahren, keine Arbeit, nichts zu essen. Wir sind nur mit gekochten Kartoffeln, sind wir den ganzen Tag Schule gegangen. Was Schönes, einmal waren wir überhaupt abgeschnitten, im 35er-Jahr ist das Hochwasser ‚aussa,, hat es die ganzen Brücken weggerissen. Was Schönes ist?*"

I: „*nichts gewesen.*"

HFM75: „*Nein, eine harte Zeit.*" (Kirchengast 2007b, S. 51)

Die Bevölkerungsentwicklung ausgehend vom Jahr 1869 zeigt einen mehr oder weniger stetigen Anstieg für die Gemeinde Rauris, der zwar deutlich abgeschwächt, aber dennoch im Einklang mit den Entwicklungen des Bezirks Pinzgau sowie der NUTS 3-Region Pinzgau-Pongau steht. Demgegenüber verzeichnete die Gemeinde Flattach bis 1900 einen deutlichen Bevölkerungsrückgang, der im Gegensatz zur regionalen Entwicklung stand und der erst nach dem zweiten Weltkrieg wieder ausgeglichen werden konnte. Von diesem Zeitpunkt bis 1971 hat die Bevölkerung überdurchschnittlich stark zugenommen, ehe es in den Folgejahren zu neuerlichen Rückgängen gekommen ist, die wiederum gegen den regionalen Trend gerichtet waren.

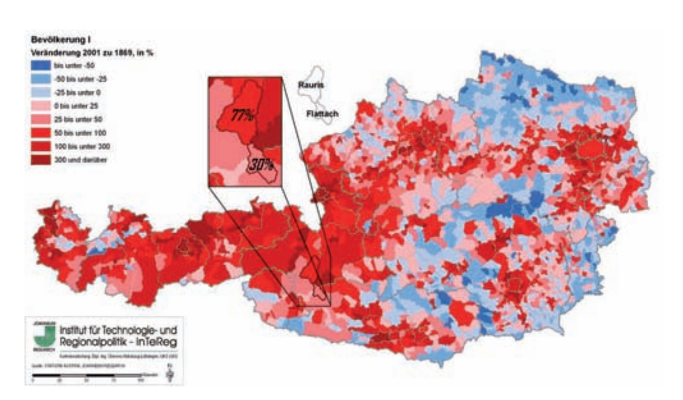


Abb. 9. Veränderung der Bevölkerung zwischen 1869 und 2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

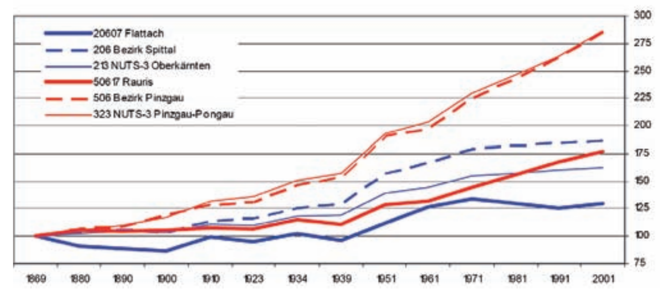


Abb. 10. Bevölkerungsentwicklung 1869-2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg.

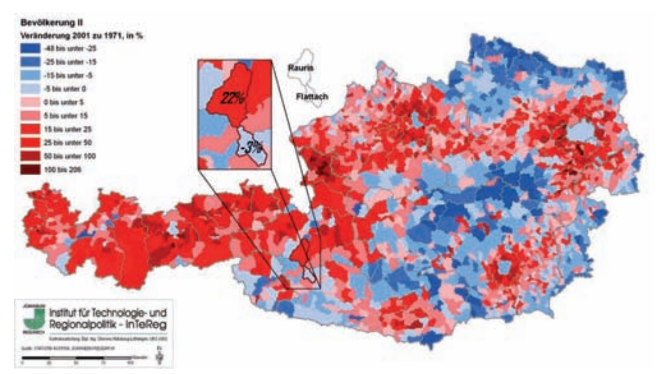


Abb. 11. Bevölkerungsentwicklung 1971-2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg.

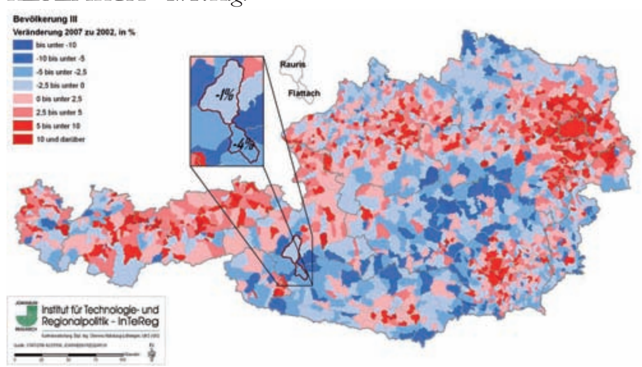


Abb. 12. Bevölkerungsentwicklung 2002-2007, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Für den Zeitraum 1971-2001 werden nun folgende Komponenten der Bevölkerungsentwicklung zur genaueren Betrachtung herangezogen: die Geburtenbilanz und die Wanderungsbilanz.

Für die Gemeinde Flattach errechnet sich für diesen Zeitraum eine Geburtenbilanz von 221, der eine Wanderungsbilanz von 260 gegenübersteht. Insgesamt ergibt sich somit eine negative Bevölkerungsentwicklung, die aber nicht so sehr durch eine geringe Geburtenbilanz, sondern viel mehr durch eine sehr starke Abwanderung besonders in den Jahren 1971-1991 hervorgerufen wurde. Ausgehend vom Bevölkerungsstand 1971 ist beinahe jeder Fünfte abgewandert, während es für den Bezirk nur 7 % und die NUTS 3-Region 5 % waren.

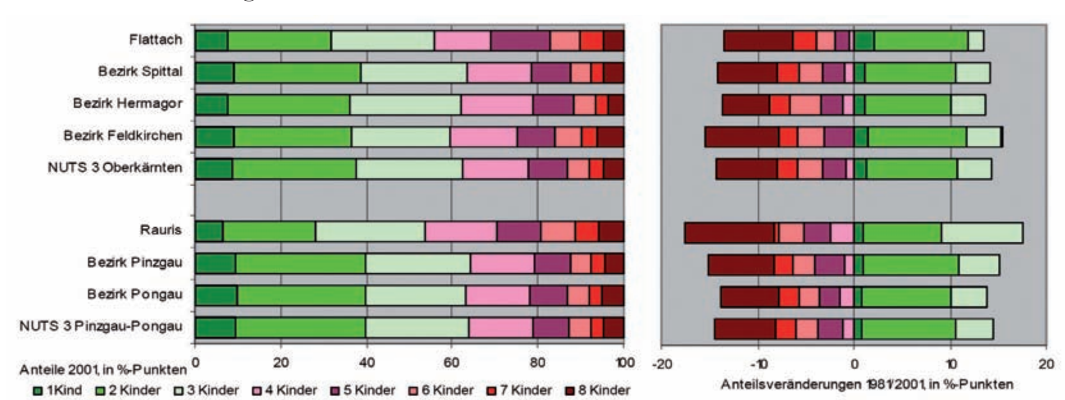


Abb. 13. Lebendgeburten – Anzahl der lebendgeborenen Kinder je Mutter, Anteile VZ 2001 und Anteilsveränderungen VZ 1981/2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Die Gemeinde Rauris hingegen weist eine überdurchschnittlich hohe Geburtenbilanz von 723 sowie eine im Vergleich zur Gemeinde Flattach niedrige Wanderungsbilanz von 160 auf. Nur knapp 6 % des Bevölkerungsstandes von 1971 sind abgewandert. Es muss aber auch hier festgehalten werden, dass diese Entwicklung gegen den Bezirks- und übergeordneten NUTS 3-Trend erfolgt ist, die durchwegs Zuwanderungen verzeichnen konnten.

Sowohl die Betrachtung der Daten zu den Lebendgeburten (Anzahl der lebendgeborenen Kinder der Mutter; diese Daten stehen erst ab der Volkszählung 1981 zur Verfügung) als auch die Anzahl der Kinder pro Familie zeigen sehr deutlich den allgemein gültigen Trend des Abgehens von der Großfamilie hin zu den Kleinfamilien mit maximal zwei bis drei Kindern.

Die Gemeinde Rauris war hinsichtlich der Kinderzahl ursprünglich wesentlich traditioneller geprägt als die Vergleichsregionen, so dass sie trotz der starken Anteilsabnahmen (zwischen 1981 und 2001) bei den Klassen vier Kinder und mehr nach wie vor den höchsten Wert aufweist (46 %; Flattach: 44 %).

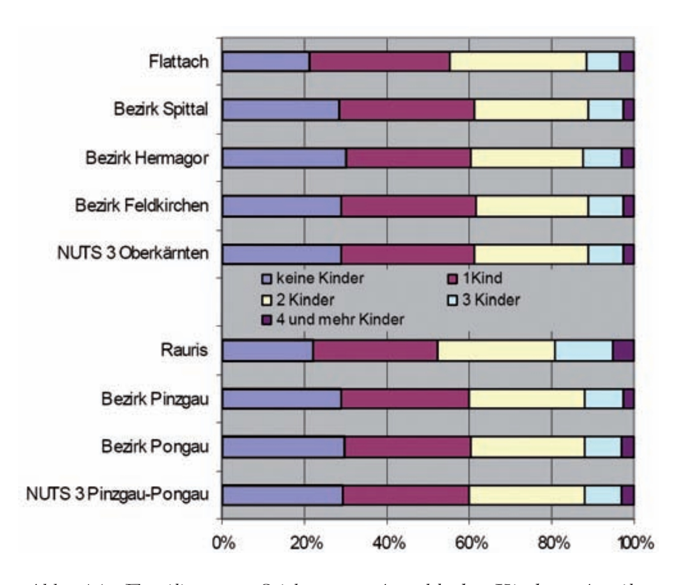


Abb. 14. Familien am Stichtag – Anzahl der Kinder, Anteile VZ 2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Während die Volkszählungsergebnisse 1971 für beide Gemeinden sehr schöne pyramidenförmige Verteilungen der Altersgruppen auch nach Geschlechtern aufweisen, nur bei den Frauen sind geringere Abweichungen von der Idealform feststellbar, zeigen die Ergebnisse des Jahres 2001 ein davon deutlich abweichendes Bild.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen sehr deutlich eine Ausdünnung der Pyramidenbasis, betreffend die Alterklassen 0 bis 19 Jahre. Diese Rückgänge in gerade jenen Altersklassen, die eigentlich das Fundament eines nachhaltig funktionierenden Wirtschaftsraumes ausmachen, sind wiederum in der Gemeinde Flattach wesentlich stärker ausgeprägt. Demgegenüber weisen beide Gemeinden fast durchgehend Anteilszunahmen bei den Klassen ab 25 Jahren auf und hier insbesondere bei den 30- bis 39-Jährigen. In diesen Altersklassen sind jeweils auch die maximalen Anteilswerte zu finden (Flattach 30-34 Jahre 21,2 %; Rauris 35-39 Jahre 19,1 %).

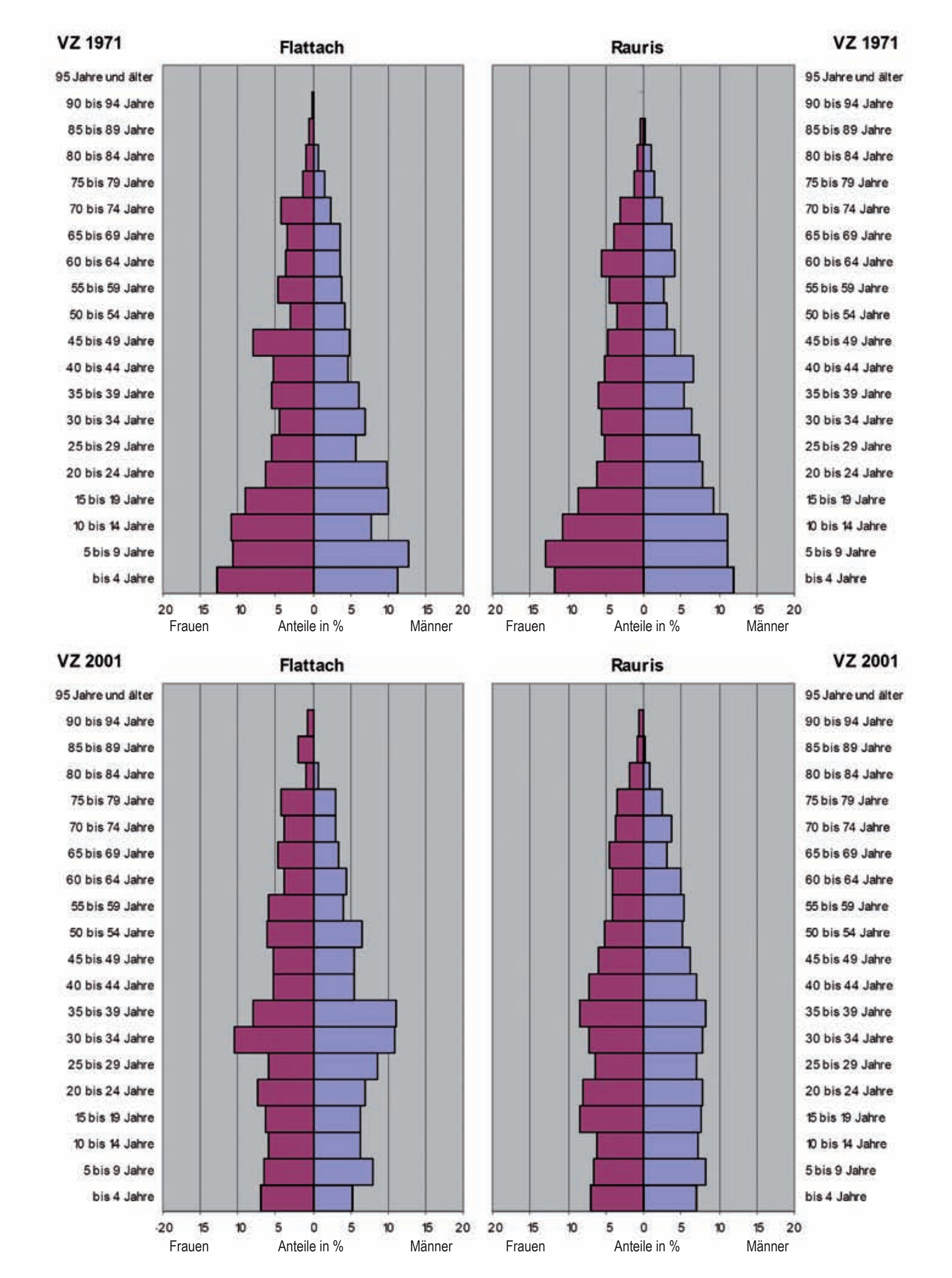


Abb. 15. Wohnbevölkerung – Alter in 5-Jahresgruppen VZ 1971 und 2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Es zeigt sich, dass es zwischen den beiden Projektgemeinden hinsichtlich des Bildungsniveaus nur in den untersten beiden Bildungsstufen zu deutlichen Unterschieden kommt.

In der Gemeinde Flattach weist ein um 13 %-Punkte höherer Bevölkerungsanteil einen Lehrabschluss als höchste abgeschlossene Schulbildung auf, während hingegen der Pflichtschulanteil in Rauris um 14 %-Punkte höher ist. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Volkszählung 1971 zeigt, dass in beiden Gemeinden der Anteil der Lehrabschlüsse um über 25 %-Punkte zugenommen hat, wobei zwischen den Geschlechtern nur geringe Unterschiede bestehen.

Weiters konnten in den Projektgemeinden starke Zuwächse bei den berufsbildenden mittleren Schulabschlüssen und hier wiederum besonders bei den Frauen verzeichnet werden.

Betrachtet man die Verteilung der Schüler und Studenten nach Schultypen – die Gemeinde Flattach zählte zur Volkszählung 2001 genau 200, Rauris hingegen 547 – so zeigt sich in Flattach ein deutlich höherer Anteil an Volksschülern (41 % vs. 34 %).

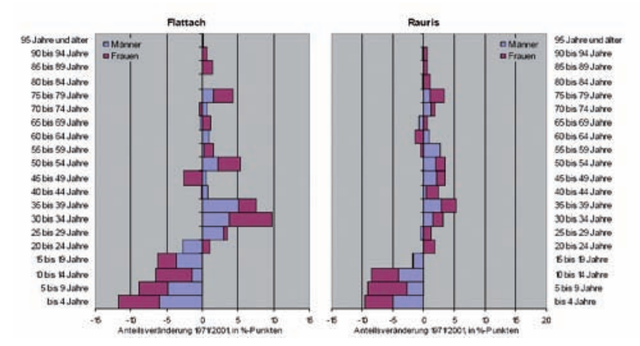


Abb.16. Wohnbevölkerung – Alter in 5-Jahresgruppen, Anteilsveränderungen VZ 1971/2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

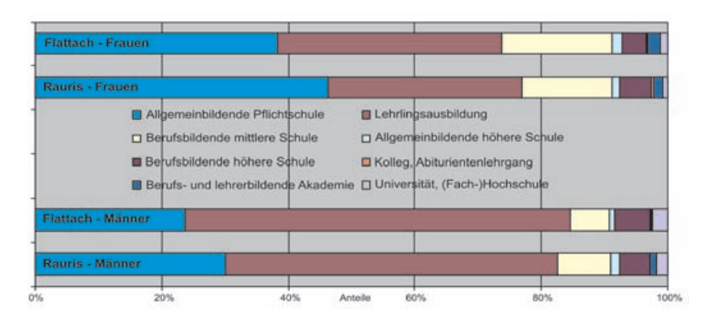


Abb.17. Wohnbevölkerung – Anteile nach höchster abgeschlossener Schulbildung VZ 2001. Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

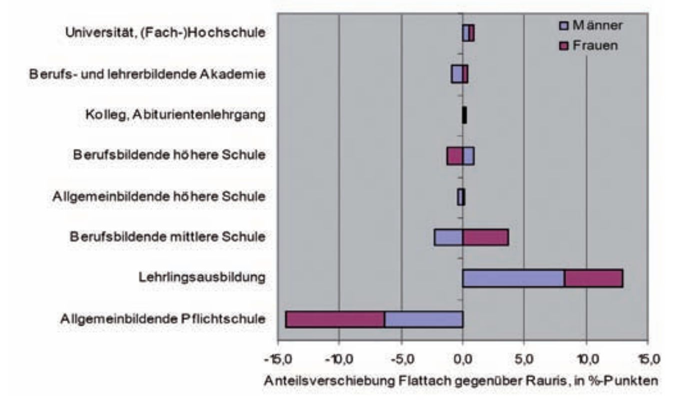


Abb. 18. Wohnbevölkerung – Anteile nach höchster abgeschlossener Schulbildung, Veränderung VZ 1971/2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Wirtschaftsstruktur und Beschäftigung

Interviewerin: „*Wirtschaftlich gesehen, in der Region ..., wie schätzen Sie die wirtschaftliche Lage ein für Flattach?*"

40jähriger Flattacher Unternehmer: „*Vielleicht aufs Tal geantwortet, natürlich sehr schwierig. Das ist halt eine sehr abgelegene Randregion und in einem schmalen langgezogenen Tal, relativ weit weg von irgendeiner Großstadt oder von einem Ballungsraum, wo vielleicht die Beschäftigungsmöglichkeiten mehr wären. Also es ist bei uns alles wirklich sehr eingeschränkt und sehr begrenzt. Auf der anderen Seite ist Flattach an sich ja irgendwo ein bisserl ein herausstechendes Beispiel, weil sich einfach durch das Gletscherschigebiet sehr viel verändert und getan hat, was dieser Situation ja eher entgegen kommt. Also, es ist sehr viel Beschäftigung geschaffen worden natürlich durch die Erschließung am Gletscher und durch die anderen, ebenfalls strukturellen Veränderungen und Verbesserungen in den letzten 10 bis 15 Jahren. Da hat sich sicher einiges getan auf dem Sektor. Aber darüber hinaus halt leider auch nicht viel. Vielleicht das Handwerk oder die kleineren Berufsgruppen, die da irgendwo mitprofitieren können.*" (Kirchengast 2007b, S. 17)

„60jähriger Rauriser Lehrer: „*Dadurch, dass Rauris fast ein reiner Touristenort ist, natürlich mit etlichen Bauern, ein bisschen Landwirtschaft auch, tut man sich finanziell schon schwer, so weit ich informiert bin. Weil einfach fast keine Gewerbebetriebe da sind und Industriebetriebe überhaupt keine.*" (Kirchengast 2007b, S. 107)

„35jährige Rauriser Pädagogin: „*Noch eine Sache, die auch relativ leicht gegangen ist, war eben das ‚Rauriser Gold', das ist eben diese Wertkarte, die in 64 Betrieben im gesamten Rauriser Tal eingelöst werden kann und der Abwanderung der Kaufkraft entgegensetzen will und gleichzeitig aber auch mit jedem Gutschein, der verpackt ist, die Menschen darauf aufmerksam macht auf die Fülle und die Qualität des Angebotes im Tal. Da sind die großen Gruppen von Gastronomie, Handel, Gewerbe, Dienstleistung und Direktvermarkter zusammengefasst und es ist eine wirklich tolle Palette, was man in Rauris machen kann.*" (Kirchengast 2007b, S. 75)

Tab. 2. Erwerbspersonen und allgemeine Erwerbsquote VZ 2001

	Erwerbspersonen			Erwerbsquote = Erwerbspersonen/Bevölkerung		
	Gesamt	Männer	Frauen	Gesamt	Männer	Frauen
Flattach	651	403	248	47,4	58,9	36,0
Bezirk Spittal	36.984	21.896	15.088	45,3	54,8	36,1
Bezirk Hermagor	8.474	5.029	3.445	42,9	52,2	34,0
Bezirk Feldkirchen	13.765	8.026	5.739	45,5	53,7	37,5
NUTS 3 Oberkärnten	59.223	34.951	24.272	45,0	54,1	36,1
Rauris	1.396	833	563	44,9	54,3	35,8
Bezirk Pinzgau	41.375	23.462	17.913	49,2	57,0	41,7
Bezirk Pongau	39.249	21.821	17.428	50,4	57,3	43,8
NUTS 3 Pinzgau-Pongau	80.624	45.283	35.341	49,8	57,1	42,7
Österreich				49,6	57,0	42,7

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Beide Projektgemeinden weisen im Vergleich zu Österreich niedrige Erwerbsquoten auf. Dies gilt insbesondere für die Gemeinde Rauris und hier wiederum für die Frauen. Die Österreichwerte werden durch die NUTS 3-Region Pinzgau-Pongau sehr exakt abgebildet.

Im Gemeindevergleich weist Flattach eine um 2,5 %-Punkte höhere Erwerbsquote als Rauris auf. Dieser Unterschied ist fast ausschließlich auf eine deutlich höhere Erwerbsquote bei den Männern zurückzuführen (58,9 % vs. 54,3 %) während die der Frauen annähernd gleich sind (36,0 % vs. 35,8 %).

Tab. 3. Land- und forstwirtschaftliche Betriebe (nur mit Fläche) sowie Erwerbstätige in LFW

	Betriebe mit Fläche gesamt	Anteil im Haupt-erwerb	Ø Fläche (ha) im Haupt-erwerb	Ø Fläche (ha) im Neben-erwerb	Er-werbs-tätige in FLW	Anteil an Er-werbs-tätigen gesamt	Anteil an Er-werbs-tätigen Frauen	Anteil an Er-werbs-tätigen Männer
Flattach	102	14,7	55,9	20,5	32	4,9	6,5	4,0
Rauris	195	26,2	58,2	48,4	104	7,4	5,5	8,8

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank) Agrarstrukturerhebung 1999; Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Der gegenüber Flattach höhere Anteil an Erwerbspersonen in der Land- und Forstwirtschaft resultiert aus einem fast doppelt so hohen Anteil an Haupterwerbsbetrieben, die vorwiegend von Männern offiziell geführt werden. Zudem ist die durchschnittliche Betriebsgröße der Nebenerwerbsbetriebe um etwa 140 % größer, so dass damit verbunden ein wesentlich höherer Ressourcenbedarf gegeben ist. Weiters ergibt sich daraus auch eine höhere Selbständigenquote (Zahl der Selbständigen in % der Erwerbspersonen, inkl. Landwirtschaft) von 11,6 % (Flattach: 10,0 %).

Für die Wohnbevölkerung (einschließlich der Auspendler) in beiden Gemeinden sind das Bauwesen gefolgt vom Beherbergungs- und Gaststättenwesen die dominierenden Beschäftigungsbranchen. Auch für jene Personen, die ihren Arbeitsplatz direkt vor Ort in der Gemeinde haben, sind diese beiden zuvor genannten Branchen die wichtigsten, wobei sich bei dieser Betrachtung vor allem in Rauris der Tourismus wesentlich stärker hervorhebt.

Tab. 4. Arbeitsstätten und Beschäftigte (ohne LFW) AZ 1973 & 2001

	Arbeitsstätten		Verände-rung 1991-1973 in %	Beschäftigte		Verände-rung 1991-1973 in %	Beschäftig-te pro Ar-beitsstätte	Arbeits-stätte pro 100 Ein-wohner
	2001	1973		2001	1973			
Flattach	67	35	91,4	361	216	67,1	5,4	4,9
Rauris	161	109	47,7	729	564	29,3	4,5	5,2

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Merkmal	Insg.	%	männl.	weibl.
Erwerbspersonen	**651**	**100,0**	**403**	**248**
Nach ÖNACE-95-Abschnitt				
Land- u. Forstwirtschaft	32	4,9	16	16
Fischerei u. Fischzucht	0	0,0	0	0
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erde	0	0,0	0	0
Sachgütererzeugung	67	10,3	43	24
Energie- u. Wasserversorgung	37	5,7	33	4
Bauwesen	170	26,1	162	8
Handel; Reparatur v. Kfz u. Gebrauchsgüter	75	11,5	29	46
Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	92	14,1	28	64
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	31	4,8	23	8
Kredit- u. Versicherungswesen	12	1,8	8	4
Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	24	3,7	14	10
Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	27	4,1	23	4
Unterrichtswesen	24	3,7	6	18
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	24	3,7	3	21
Erbringung v. sonst. öffentl. u. pers. Dienstl.	30	4,6	13	17
Private Haushalte	3	0,5	0	3
Exterritoriale Organisationen	0	0,0	0	0
Erstmals Arbeit suchend	3	0,5	2	1

Merkmal	Insg.	%	männl.	weibl.
Wohnbevölkerung	**1.373**	**100,0**	**684**	**689**
Nach ÖNACE-95-Abschnitt				
Land- u. Forstwirtschaft	50	3,6	22	28
Fischerei u. Fischzucht	0	0,0	0	0
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erde	0	0,0	0	0
Sachgütererzeugung	103	7,5	55	48
Energie- u. Wasserversorgung	78	5,7	47	31
Bauwesen	323	23,5	217	106
Handel; Reparatur v. Kfz u. Gebrauchsgüter	108	7,9	35	73
Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	133	9,7	46	87
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	49	3,6	28	21
Kredit- u. Versicherungswesen	20	1,5	13	7
Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	32	2,3	19	13
Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	38	2,8	28	10
Unterrichtswesen	42	3,1	16	26
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	27	2,0	6	21
Erbringung v. sonst. öffentl. u. pers. Dienstl.	37	2,7	18	19
Private Haushalte	4	0,3	0	4
Exterritoriale Organisationen	0	0,0	0	0
Erstmals Arbeit suchend	3	0,2	2	1
Nicht Erwerbsperson	326	23,7	132	194

Abb. 19. Flattach – Wohnbevölkerung bzw. Erwerbspersonen nach beruflichen und wirtschaftlichen Merkmalen VZ 2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank)

Die Entwicklung seit 1973 zeigt, dass es in der Gemeinde Flattach ausgehend von einer sehr niedrigen Arbeitsstättendichte (Zahl der Arbeitsstätten je 100 Einwohner: 2,5) fast zu einer Verdoppelung der Zahl der Arbeitsstätten gekommen ist, während dieser Zuwachs für Rauris „nur“ ca. 50 % betrug. Damit verbunden hat auch die Zahl der Beschäftigten an diesen Arbeitsstätten in Rauris deutlich stärker zugenommen (+67 vs. +29 %).

Merkmal	Insg.	%	männl.	weibl.
Erwerbspersonen	**1.396**	**100,0**	**833**	**563**
Nach ÖNACE-95-Abschnitt				
Land- u. Forstwirtschaft	104	7,4	73	31
Fischerei u. Fischzucht	0	0,0	0	0
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erde	7	0,5	5	2
Sachgütererzeugung	127	9,1	102	25
Energie- u. Wasserversorgung	15	1,1	15	0
Bauwesen	269	19,3	245	24
Handel; Reparatur v. Kfz u. Gebrauchsgüter	162	11,6	69	93
Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	294	21,1	84	210
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	102	7,3	80	22
Kredit- u. Versicherungswesen	33	2,4	18	15
Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	54	3,9	35	19
Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	65	4,7	53	12
Unterrichtswesen	48	3,4	13	35
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	70	5,0	17	53
Erbringung v. sonst. öffentl. u. pers. Dienstl.	38	2,7	20	18
Private Haushalte	2	0,1	0	2
Exterritoriale Organisationen	0	0,0	0	0
Erstmals Arbeit suchend	6	0,4	4	2

Merkmal	Insg.	%	männl.	weibl.
Wohnbevölkerung	**3.107**	**100,0**	**1.534**	**1.573**
Nach ÖNACE-95-Abschnitt				
Land- u. Forstwirtschaft	195	6,3	107	88
Fischerei u. Fischzucht	0	0,0	0	0
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erde	14	0,5	7	7
Sachgütererzeugung	226	7,3	139	87
Energie- u. Wasserversorgung	49	1,6	27	22
Bauwesen	537	17,3	350	187
Handel; Reparatur v. Kfz u. Gebrauchsgüter	235	7,6	105	130
Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	393	12,6	129	264
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	208	6,7	116	92
Kredit- u. Versicherungswesen	63	2,0	29	34
Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	85	2,7	48	37
Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	124	4,0	76	48
Unterrichtswesen	84	2,7	30	54
Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	104	3,3	31	73
Erbringung v. sonst. öffentl. u. pers. Dienstl.	75	2,4	40	35
Private Haushalte	2	0,1	0	2
Exterritoriale Organisationen	0	0,0	0	0
Erstmals Arbeit suchend	6	0,2	4	2
Nicht Erwerbsperson	707	22,8	296	411

Abb. 20. Rauris – Wohnbevölkerung bzw. Erwerbspersonen nach beruflichen und wirtschaftlichen Merkmalen VZ 2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank)

Auch die Zahl der Beschäftigten pro Arbeitsstätte fällt in der Gemeinde Flattach mit 5,4 deutlich höher aus als in Rauris (4,5), hingegen liegt die Arbeitsstättendichte in Rauris mit einem Wert von 5,2 geringfügig über jenem von Flattach (4,9).

ÖNACE 1995	Arbeitsstätten						Beschäftigte	
	Insg.	Davon mit … unselbst. Beschäftigten					Insg.	Darunter unselbst. Beschäftigte
		0 - 4	5 - 19	20 - 99	100 - 199	200 und mehr		
Insgesamt	**67**	**51**	**12**	**4**	**0**	**0**	**361**	**308**
C Bergbau und Gewinnung von Steinen u.Erden	0	0	0	0	0	0	0	0
D Sachgütererzeugung	4	1	2	1	0	0	62	58
E Energie- und Wasserversorgung	2	0	1	1	0	0	65	65
F Bauwesen	9	7	2	0	0	0	35	24
G Handel; Reparatur v.Kfz u.Gebrauchsgütern	6	6	0	0	0	0	13	8
H Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	24	18	5	1	0	0	102	83
I Verkehr und Nachrichtenübermittlung	7	6	0	1	0	0	47	40
J Kredit- und Versicherungswesen	3	3	0	0	0	0	4	3
K Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	2	2	0	0	0	0	2	0
L Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	2	1	1	0	0	0	11	11
M Unterrichtswesen	2	1	1	0	0	0	10	10
N Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	0	0	0	0	0	0	0	0
O Erbring.v.sonst. öffentl.u. pers. Dienstl.	6	6	0	0	0	0	10	6

Abb. 21. Flattach – Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Abschnitten der ÖNACE 1995 und groben Beschäftigtengrößengruppen, Quelle: ST.AT

Die Verteilung der Arbeitsstätten nach Beschäftigtengrößenklassen zeigt für beide Gemeinden ein sehr einheitliches Bild. Drei Viertel der Arbeitsstätten haben maximal vier unselbständig Beschäftigte und etwa jede fünfte zwischen fünf und 19. Es gibt keine Arbeitsstätte mit mehr als 99 Beschäftigten. Insgesamt kann also in den beiden Projektgemeinden von kleinbetrieblichen Strukturen gesprochen werden.

In Rauris konzentrieren sich diese „Kleinst"-Arbeitsstätten (bis vier unselbständig Beschäftigte) mit einem Anteil von knapp 40 % aller Arbeitsstätten auf den Tourismus (Flattach: 27 %) dem weiters auch 56 % der Selbständigen zugeordnet werden können (Flattach: 36 %).

Die sektorale Betrachtung der Beschäftigungsentwicklung zeigt, dass ausgehend von einem annähernd gleich hohen Niveau des Jahres 1973 (rund 55 %) sich der Beschäftigtenanteil des Tertiärsektors an der Gesamtbeschäftigung in der Gemeinde Rauris auf nunmehrige 66 % ausgeweitet hat. Demgegenüber steht eine scheinbare Stagnation in der Gemeinde Flattach, die aber tatsächlich auf einen starken Einbruch im Jahr 1981 zurückzuführen ist, der erst 2001 wieder kompensiert werden konnte.

Eine Detailbetrachtung der Entwicklung Flattachs zeigt dabei folgendes Bild: Der anteilsmäßige Rückgang des Jahres 1981 ist zum einen auf den Bau und die Inbetriebnahme der Kraftwerksgruppe Fragant, welche in den Jahren 1962 und 1984 errichtet wurde, zurückzuführen (Energie- und Wasserversorgung, Bauwesen). Zum anderen erfolgte in dieser Zeit

ÖNACE 1995	Arbeitsstätten						Beschäftigte	
	Insg.	Davon mit ... unselbst. Beschäftigten					Insg.	Darunter unselbst. Beschäftigte
		0 - 4	5 - 19	20 - 99	100 - 199	200 und mehr		
Insgesamt	**161**	**125**	**30**	**6**	**0**	**0**	**729**	**573**
C Bergbau und Gewinnung von Steinen u.Erden	1	0	1	0	0	0	6	5
D Sachgütererzeugung	11	10	0	1	0	0	54	43
E Energie- und Wasserversorgung	2	2	0	0	0	0	3	3
F Bauwesen	17	7	7	3	0	0	188	169
G Handel; Reparatur v.Kfz u.Gebrauchsgütern	22	19	3	0	0	0	72	56
H Beherbergungs- u. Gaststättenwesen	71	63	7	1	0	0	221	133
I Verkehr und Nachrichtenübermittlung	8	6	2	0	0	0	39	33
J Kredit- und Versicherungswesen	3	1	2	0	0	0	20	19
K Realitätenwesen, Unternehmensdienstl.	6	5	1	0	0	0	14	10
L Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	2	0	2	0	0	0	22	22
M Unterrichtswesen	4	0	3	1	0	0	46	46
N Gesundheits-, Veterinär- u. Sozialwesen	6	4	2	0	0	0	25	23
O Erbring.v.sonst. öffentl.u. pers. Dienstl.	8	8	0	0	0	0	19	11

Abb. 22. Rauris – Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Abschnitten der ÖNACE 1995 und groben Beschäftigtengrößengruppen, Quelle: ST.AT

auch ein starker Beschäftigungsanstieg im Bereich „Gewerbe/Industrie" bei einem gleichzeitigen kräftigen Rückgang der Beschäftigung im Tourismus. Von 1981 an konnten dann die Bereiche „Geld- und Kreditwesen" sowie „Tourismus" die weitere Beschäftigungsabnahme in der „Energie- und Wasserversorgung" bei weitem kompensieren, so dass der Anteil der Beschäftigten im Tertiärsektor wieder gestiegen ist.

Wie Abb. 24 entnommen werden kann, ist in der Periode 1973/2001 der Tourismus in beiden Projektgemeinden der wesentlichste Dynamikmotor gewesen. Für die Gemeinde Rauris können weiters auch die Bereiche der öffentlichen Verwaltung sowie das Bauwesen als Beschäftigungsmotor angesehen werden, während hingegen der Bergbau völlig eingebrochen ist. Die bereits

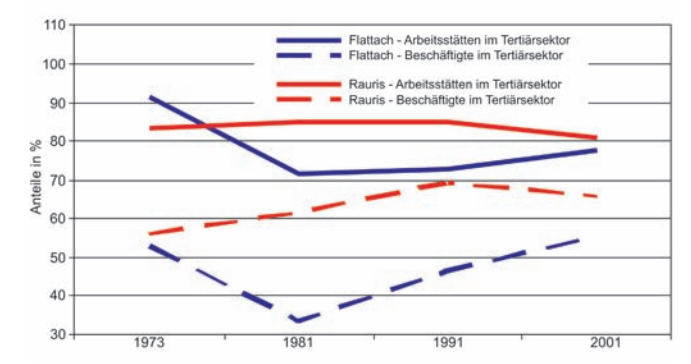


Abb. 23. Beschäftigte und Arbeitsstätten im Tertiärsektor AZ 1973-2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

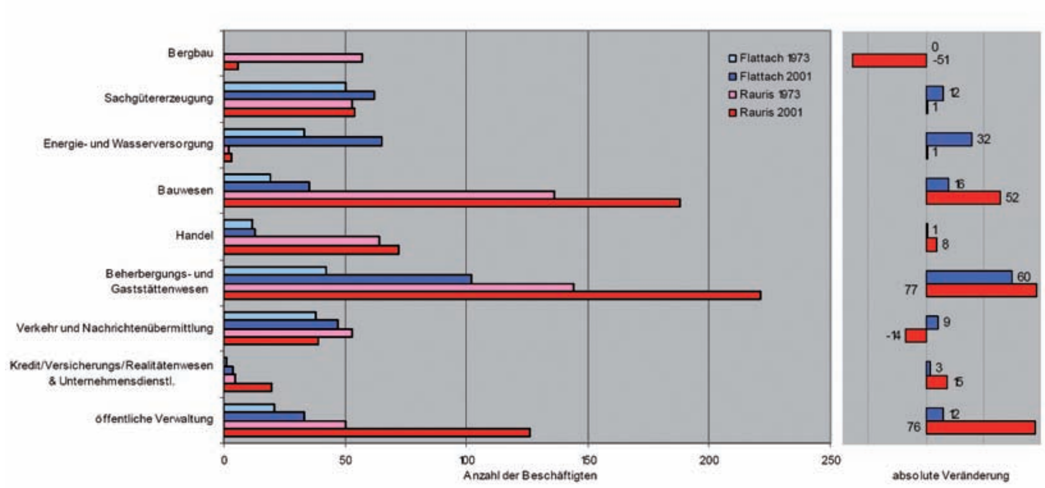


Abb. 24. Beschäftigung nach Branchen 1973 und 2001 und absolute Veränderungen, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

zuvor erwähnte Inbetriebnahme der Kraftwerksgruppe Fragant war für die Gemeinde Flattach neben dem Tourismus der zweite wichtige Beschäftigungsmotor, der zu einem kräftigen Beschäftigungszuwachs im Bereich der Energie- und Wasserversorgung geführt hat.

Insgesamt zeigt sich also für Rauris eine leicht stärkere Fokussierung auf den Tourismus als in Flattach bei gleichzeitig deutlich stärkerer Ausprägung der Bereiche Bauwesen und öffentliche Verwaltung. Der hohe Anteil in der öffentlichen Verwaltung ergibt sich allein schon aus dem Umstand, dass die Gemeinde Rauris neben der Volksschule auch über eine eigene Hauptsschule verfügt.

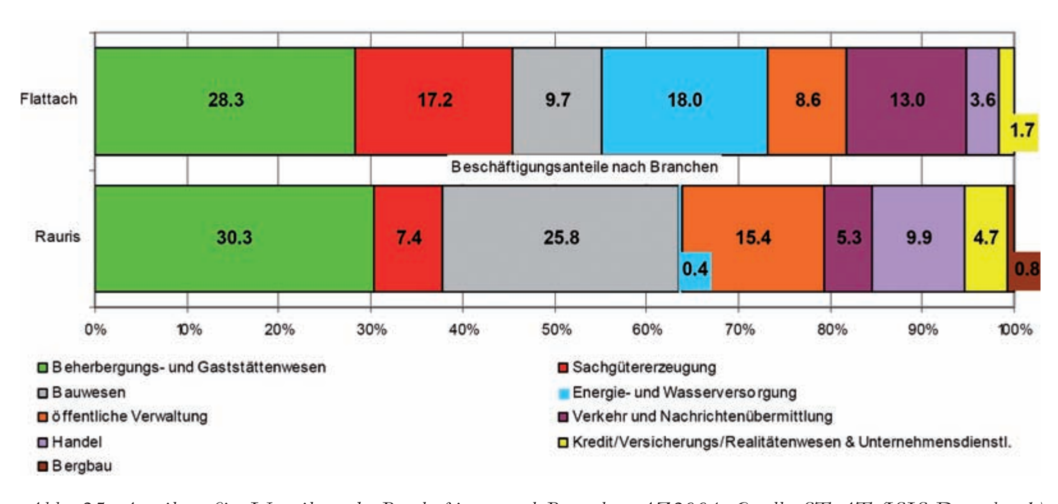


Abb. 25. Anteilsmäßige Verteilung der Beschäftigten nach Branchen AZ2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Die starke Fokussierung der Gemeinde Flattach auf die Bereiche Energie- und Wasserversorgung sowie Sachgütererzeugung ist aufgrund der geringen Anzahl an Arbeitsstätten insgesamt nur mit Vorsicht zu bewerten.

In weiterer Folge wird nun aufgrund der Tatsache, dass der Tourismus für beide Gemeinden das wichtigste Standbein darstellt, tiefer gehend sowohl auf die Beschäftigung (Ergebnisse der Arbeitsstättenzählung 2001) als auch in einem eigenen Teilkapitel „Tourismus/Wintertourismus als dominierende Wirtschaftsbranche“ auf die touristischen Aktivitäten im Sinne von Angebot und Nachfrage (Bettenkapazität und Nächtigungen) eingegangen.

Höhere Konzentration der Beschäftigten im Tourismussektor kann aufgrund der starken Witterungsabhängigkeit des Tourismus als ein wesentlicher Faktor für zunehmende ökonomische Vulnerabilität im Hinblick auf Klimaveränderungen für eine Gemeinde im Vergleich zum Österreichdurchschnitt gewertet werden.

In Abbildung 26 ist der Anteil der Beschäftigten im Tourismussektor an den Beschäftigten nur im Tertiärsektor dargestellt. In den verschiedenen Rotschattierungen sind all jene Gemeinden dargestellt, deren Beschäftigtenanteil im Tourismus gemessen an den Gesamtbeschäftigten über dem entsprechenden Wert des Österreichdurchschnitts von rund 7 % liegt. In extremen Fällen kann dieser Wert das ca. 12-Fache des Durchschnitts, also bis zu 90 % der Gesamtbeschäftigung annehmen.

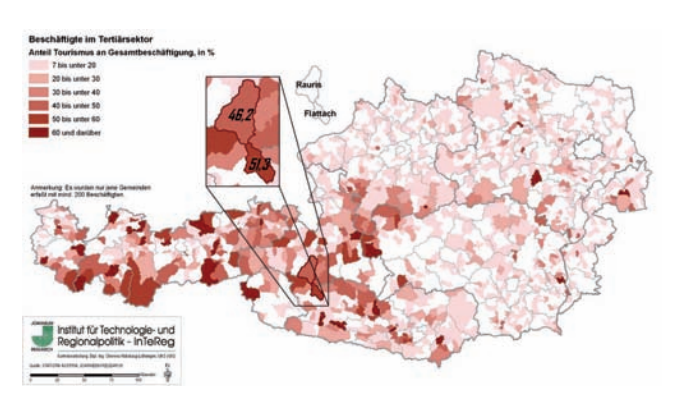


Abb. 26. Anteil der Beschäftigten im Tourismussektor an Beschäftigen im Tertiärsektor. Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

In Abbildung 27 wurde zur Veranschaulichung etwaiger touristischer Konzentrationen im Bereich der Beschäftigung ein Konzentrationsmaß (=Lokationskoeffizient) errechnet, das den Anteil der Beschäftigten im Tourismussektor an der Beschäftigten im tertiären Sektor in Bezug zum korrespondierenden Österreichwert setzt. Da der entsprechende Österreichwert auf „0“ nivelliert wurde, weisen all jene Gemeinden mit einem Wert

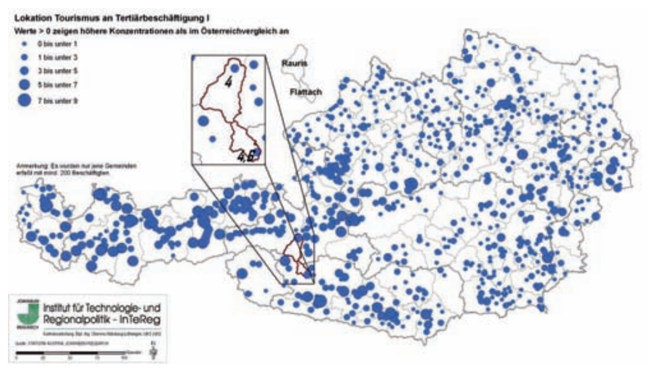


Abb. 27. Lokation Beschäftigte im Tourismussektor an Beschäftige im Tertiärsektor, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

größer „0“ höhere Konzentrationen auf, die unter „0“ niedrigere. In dieser Abbildung werden nun nur jene Gemeinden mit Konzentrationsmaßen dargestellt, deren Wert über dem jeweiligen Österreichdurchschnitt liegt und somit größer als „0“ ist.

Tab. 5. Beschäftigung und Konzentrationsmaße im Tourismus

	Beschäftigte nach Sektoren			Tourismus			
	Gesamt	Tertiär	Tourismus	in % an Gesamt	in % an Tertiär	Lokation Gesamt	Lokation Tertiär
Flattach	361	199	102	28	51	3,3	4,6
Bezirk Spittal	26.575	17.622	3.993	15	23	1,3	1,5
Bezirk Hermagor	6.196	4.083	1.025	17	25	1,5	1,7
Bezirk Feldkirchen	8.882	5.546	1.100	12	20	0,9	1,1
NUTS 3 Oberkärnten	41.653	27.251	6.118	15	22	1,2	1,4
Rauris	729	478	221	30	46	3,6	4,0
Bezirk Pinzgau	32.921	23.366	6.256	19	27	1,9	1,9
Bezirk Pongau	31.521	22.837	6.204	20	27	2,0	1,9
NUTS 3 Pinzgau-Pongau	64.442	46.203	12.460	19	27	1,9	1,9
Österreich				7	9	0	0

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Hinsichtlich der Beschäftigungsanteile des Tourismus an der Gesamtbeschäftigung sowie jener nur am Tertiärsektor treten nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Gemeinden auf. Mit einem Beschäftigungsanteil von 28 % bzw. 30 % bezogen auf die Gesamtbeschäftigung liegen sie um 21%- bzw. 23%-Punkte über dem Österreichdurchschnitt. Betrachtet man den Tertiärsektor, so fällt diese Konzentration noch wesentlich stärker aus (51 % bzw. 46 %).

Die Tatsache, dass bei der Betrachtung des Tertiärsektors der Lokationskoeffizient in Flattach höher ist als in Rauris, ist auf den Umstand zurückzuführen, dass der Dienstleistungssektor in Flattach insgesamt schwächer ausgeprägt ist, dafür aber stärker touristisch dominiert wird als in Rauris.

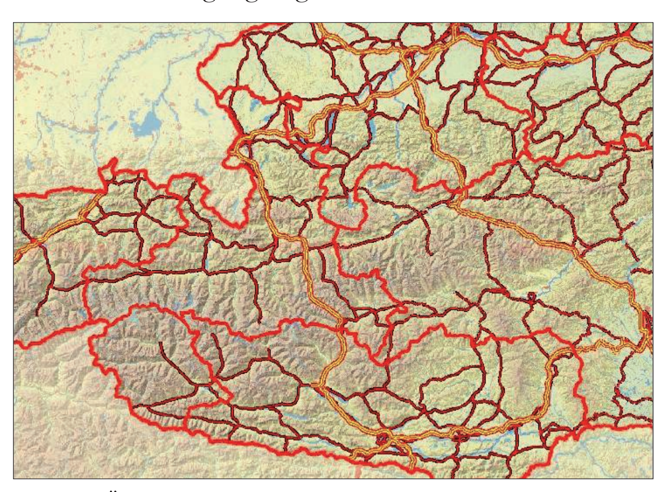


Abb. 28. Überblick höherrangiges Straßennetz in Salzburg und Kärnten, Quelle: geoland.at, ÖK © BEV, Ämter der Landesregierungen

Erreichbarkeit und Infrastruktur

Interviewerin: „*Wie würdest du Flattach jemandem beschreiben, der noch nie hier war?*“

16jähriges Flattacher Lehrmädchen: *„Klein. Jeder kennt jeden. Jeder weiß alles von jedem. Es ist nichts Besonderes (lacht), es ist halt nur Flattach, ganz klein. Man fährt halt eine halbe Stunde, bis man in etwas Größeres, zum Beispiel Spittal, kommt.*“ (Kirchengast 2007b, S. 11)

35jährige Rauriser Pädagogin: „*Das war mein erster Eindruck von Rauris: idyllisch und ganz weit abgelegen.*“ (Kirchengast 2007b, S. 72)

Einen wichtigen Indikator für die Bedeutung des Wintertourismus stellt auch die bestehende Wintersportinfrastruktur in Form von Aufstiegshilfen dar. In den folgenden Abbildungen ist sowohl die Anzahl (Abbildung 29) als auch die maximale Förderleistung (Abbildung 30) der Haupt- und Kleinseilbahnen und Schlepplifte für das gesamte Bundesgebiet auf Gemeindeebene dargestellt. Als Datengrundlage wurden die Teile II und III – „Seilbahnen“ und „Schlepplifte“ – der Eisenbahn- und Seilbahnstatistik der Republik Österreich für den Berichtszeitraum 2001/2002, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2003), herangezogen[5].

Betrachtung der jeweiligen NUTS 3-Regionen AT 213 Oberkärnten und AT 323 Pinzgau-Pongau und sowie der beiden Gemeinden 20607 Flattach und 50617 Rauris:

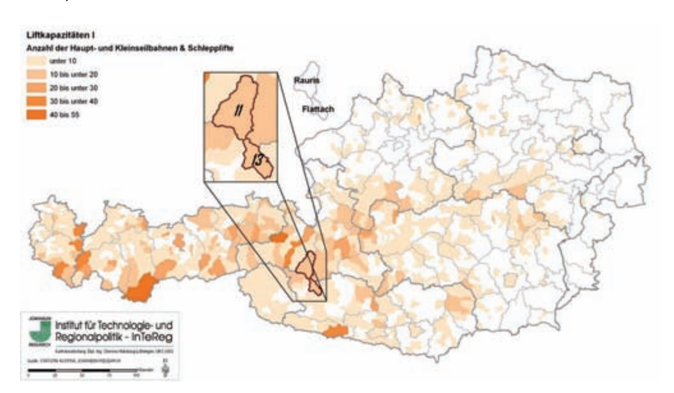


Abb. 29. Anzahl der Haupt-, Kleinseilbahnen und Schlepplifte, Quelle: BMVIT (2003) Eisenbahn- und Seilbahnstatistik der Republik Österreich für den Berichtszeitraum 2001/2002 (Teil II Seilbahnen und Teil III Schlepplifte; Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

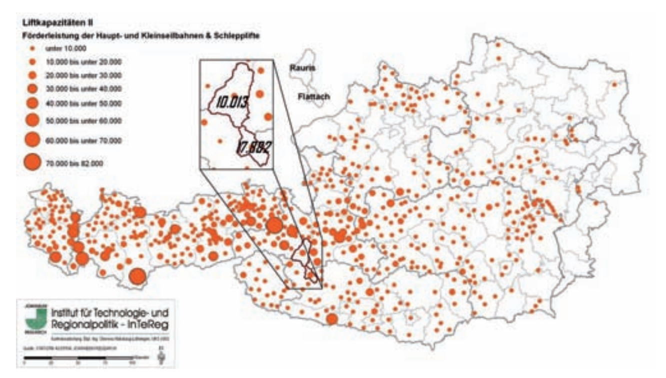


Abb. 30. Maximale Förderleistung aller Haupt-, Kleinseilbahnen und Schlepplifte (Personen pro Stunde), Quelle: BMVIT (2003) Eisenbahn- und Seilbahnstatistik der Republik Österreich für den Berichtszeitraum 2001/2002 (Teil II Seilbahnen und Teil III Schlepplifte; Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

5 Die darin enthaltenen Informationen wurden dem Projektteam dankenswerterweise von Herrn Robert Wallner (BMVIT, Sektion II, Abteilung SCH3) in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.

	ERREICHBARKEIT DER GEMEINDE RAURIS				
	Das Raurisertal ist über die L112, die Rauriser Landesstraße, von der B311, der Pinzgauer Bundesstraße, von Taxenbach bzw. Lend aus erreichbar.				
	Nächster Autobahnanschluss		Entfernung	Fahrzeit	
	Über die B 311, die Pinzgauer Bundesstraße erreicht man die Autobahnauffahrt Bischofshofen auf die A10, die Tauernautobahn Richtung Salzburg bzw. Kärnten-Villach.		40, 4 km	55 min	
	Nächster Bahnhof		Entfernung	Fahrzeit	
	Bahnhof Taxenbach Rauris		11 km	Auto	Bus
				21 min	22 min
	Nächste größere Städte				
	Zell am See (9.650 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		27 km	Auto	Bus	Bus/Bahn
			40 min	~50 min	~40 min
	Saalfelden a. St. M. (15.100 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		42 km	Auto	Bus/Bahn	
			57 min	~1h 15min	
	St. Johann i. Pg. (10.300 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		30 km	Auto	Bus/Bahn	
			44 min	~55min	
	Bischofshofen (10.100 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		38 km	Auto	Bus/Bahn	
			55 min	~1h 05min	
	Salzburg (142.700 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		87 km	Auto	Bus/Bahn	
			1h 30min	~1h 55min	
	Innsbruck (113.400 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		167 km	Auto	Bus/Bahn	
			2h 59min	~2h 35min	
	München (1.248.000 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
		218 km	Auto	Bus/Bahn	
			2h 45min	~4h 15min	
	Nächster internationaler Flughafen				
	Flughafen Salzburg W. A. Mozart	Entfernung	Fahrzeit		
		89 km	Auto	Bus	Bahn/Bus
RAURIS			1h 24min	2h 40min	2h 14min

ERREICHBARKEIT DER GEMEINDE FLATTACH				
Die Gemeinde Flattach bzw. das Fragantertal sind über die B106, die Mölltal Bundesstraße, erreichbar. Aus Richtung Norden ist Flattach neben der Anreise über die Tauernautobahn bis Spittal/Drau auch über die ÖBB-Tauernschleuse (Autoverladung) zwischen Mallnitz und Böckstein (Gasteinertal) erreichbar.				
Nächster Autobahnanschluss		Entfernung	Fahrzeit	
Über die Mölltal und die Drautal-Bundesstraße gelangt man zur Autobahnauffahrt Lendorf auf die A10, die Tauernautobahn, in Richtung Salzburg bzw. Villach.		29 km	34 min	
Nächste Bahnhöfe		Entfernung	Fahrzeit	
Bahnhof Mallnitz-Obervellach		13 km	Auto	Bus
			15 min	-
Bahnhof Kolbnitz		19 km	Auto	Bus
			23 min	29 min
Bahnhof Spittal-Millstättersee		36 km	Auto	Bus
			43 min	56 min
Nächste größere Städte				
Spittal a. d. Drau (16.050 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	38 km	Auto	Bus	
		41 min	~50 min	
Villach (57.500 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	73 km	Auto	Bus/Bahn	
		1h 05min	~1h 47min	
Klagenfurt (90.150 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	110 km	Auto	Bus/Bahn	
		1h 23min	~2h 30min-3h ~1h 25min (ab Bhf Mallnitz)	
Udine (96.600 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	204 km	Auto	Bus/Bahn	
		2h 23min	~3h (ab Bhf Mallnitz)	
Laibach (270.500 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	169 km	Auto	Bus/Bahn	
		2h 15min	~2h 55min (ab Bhf Mallnitz)	
München (1.248.000 EW)	Entfernung	Fahrzeit		
	255 km	Auto	Bus/Bahn	
		3h 18min	3h 30min (ab Bhf Mallnitz)	
Nächster internationaler Flughafen				
Flughafen Klagenfurt	Entfernung	Fahrzeit		
	115 km	Auto	Bus	Bahn/Bus
		1h 25min	Shuttlebus	~2h 30min (ab/ an Bhf Mallnitz)

FLATTACH

Das Schigebiet Mölltaler Gletscher erstreckt sich von 1.200 m bis 3.122 m Seehöhe, wobei insgesamt 50 km Pisten zur Verfügung stehen. Die Liftinfrastruktur umfasst 9 Liftanlagen, davon eine Standseilbahn, vier Sesselbahnen und drei Schlepplifte. Das Gletscherschigebiet kann zu rund 90 % beschneit werden, wofür 21 Schneekanonen installiert sind (Peck 2005).

In Rauris stehen insgesamt neun Liftanlagen, davon zwei Gondelbahnen und sieben Schlepplifte und insgesamt rund 25 Pistenkilometer zur Verfügung. Das Schigebiet erstreckt sich über eine Seehöhe von 950 m bis 2.200 m.

Pendler

Der Vater der befragten 35jährigen Flattacherin (HFW35) arbeitete jahrelang im Straßen- und Tunnelbau außerhalb des Tales.

Interviewerin (I): „*In der Schweiz?*“

HFW35: „*Nein, nein, Schweiz ist erst jetzt in den letzten Jahren aktuell geworden. Zuerst war in Österreich noch sehr viel, da war die Autobahn, Spittal, da war er viel arbeiten, Abschnitt bis Villach, und so die verschiedenen Straßen, die Tunnelbauten.*“

I: „*Sie sagen, da war der Tunnelbau so interessant, finanziell?*“

HFW35: „*Das ist viel Geld und fünf Tage daheim. Da kann er einen Haufen von der Landwirtschaft machen, wenn er fünf Tage durchgehend daheim ist, wenn man auf Nacht um 7.00 Uhr heimkommt, geht nicht mehr viel zum Arbeiten. Ist heute auch noch nach wie vor der Grund, dass sie Tunnel gehen, dass sie ein Haus bauen können und dass sie in fünf Tagen viel mehr leisten. Kann man nicht, wenn man normal bis 5.00, 6.00 Uhr arbeitet.*“ (Kirchengast 2007b, S. 12)

Betrachtung im Kontext des gesamten Bundesgebietes:

Abb. 31. Einpendler in % der Erwerbstätigen am Wohnort VZ2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

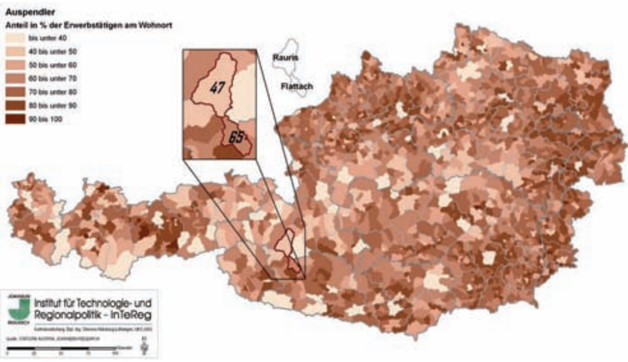


Abb. 32. Auspendler in % der Erwerbstätigen am Wohnort VZ2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

Betrachtung der jeweiligen NUTS 3-Regionen AT 213 Oberkärnten und AT 323 Pinzgau-Pongau sowie der beiden Gemeinden 20607 Flattach und 50617 Rauris:

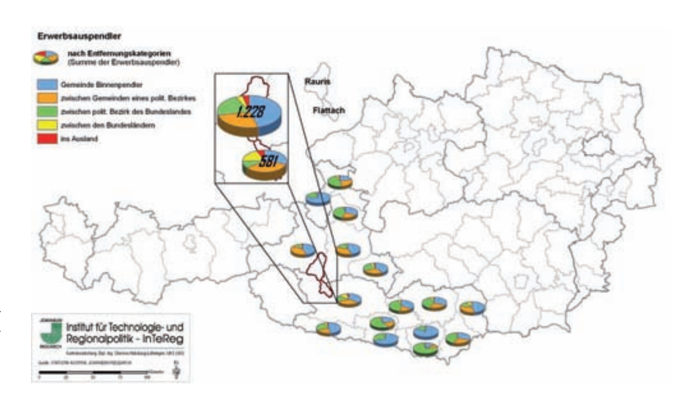


Abb. 33. Erwerbsauspendler nach Entfernungskategorien VZ2001, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Tab. 6. Erwerbsauspendler nach Entfernungskategorien VZ2001 (Anteile in %)

	Nicht- bzw. Binnen-Pendler	Zwischen Gemein-den des politischen Bezirkes	Zwischen politischen Bezirken des Bun-deslandes	Zwischen den Bundes-ländern	Ins Aus-land	Pend-leranteil (ohne Binnen-pendler)
Flattach	34,6	36,0	6,9	15,1	7,4	65,4
Bezirk Spittal	40,1	32,5	11,3	12,4	3,7	59,9
Bezirk Hermagor	53,8	20,5	17,4	5,6	2,7	46,2
Bezirk Feldkirchen	38,9	19,3	35,3	5,1	1,4	61,1
NUTS 3-Oberkärnten	41,8	27,7	17,8	9,7	3,0	58,2
Rauris	52,8	24,3	15,1	3,8	4,0	47,2
Bezirk Pinzgau	50,3	34,9	6,7	5,5	2,7	49,7
Bezirk Pongau	50,0	31,8	12,9	3,7	1,6	50,0
NUTS 3-Pinzgau-Pongau	50,1	33,4	9,7	4,6	2,1	49,9
Österreich	36,9	18,6	31,6	11,3	1,6	63,1

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Tab. 7. Erwerbsauspendler nach Entfernungskategorien VZ2001

	Erwerbs-tätige gesamt	Nicht-Pendler	Inner-halb der Gemei-nde	Pendler gesamt	Zwischen Gemein-den des politischen Bezirkes	Zwischen politischen Bezirken des Bundes-landes	Zwischen den Bundes-ländern	Ins Aus-land
Flattach	581	55	146	526	209	40	88	43
Rauris	1.228	198	450	1.030	298	186	47	49

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Im Vergleich zu Gesamtösterreich liegt die Gemeinde Flattach mit einem Auspendleranteil von 65 % (ohne Binnenpendler, also jene, die nur innerhalb der Gemeinde pendeln) knapp über dem Österreichdurchschnitt von 63 %.

Auf Grund der insgesamt recht guten Anschlussmöglichkeiten an die Verkehrsinfrastruktur sind zwei Pendlerströme hervorstechend. Zum einen sind überdurchschnittlich hohe Pendlerbewegungen in die Bundesländer und hier vor allem Tirol (Osttirol) und Salzburg feststellbar. Zum anderen ermöglicht dies auch ein verstärktes Pendeln ins Ausland, was sich mit einem Anteil von 7 %-Punkten sehr eindruckvoll zeigt (Tunnelbau in der Schweiz, aber auch Montage in Deutschland).

Weiters kommt es auf Grund der geographischen Lage der Gemeinde Flattach innerhalb des Bezirkes Spittal/Drau sowie dessen Größe zu starken Bezirksbinnenpendleraktivitäten.

Der Pendlersaldo von 66 liegt deutlich unter dem Österreichdurchschnitt von 98, was sehr gut verdeutlicht, dass es in dieser Gemeinde kein ausreichendes Angebot an Arbeitsplätzen gibt.

Der Index der Pendlermobilität, der eine Kenngröße für die Mobilitätsbereitschaft der Regionsbevölkerung darstellt, liegt mit 97 weit über dem Bundesdurchschnitt von 79. Neben der Bereitschaft spielt noch eine Reihe weiterer Faktoren, wie z.B. die Qualität der Verkehrsinfrastruktur oder die Lage zu den hochrangigen Arbeitsplatzzentren, eine Rolle.

Für die Gemeinde Rauris lässt sich folgendes Bild erstellen. Der Pendleranteil liegt um 18 %-Punkte unter dem Wert der Gemeinde Flattach. Diese wesentlich günstigere Ausgangsposition spiegelt sich in allen Detailzahlen bis auf den Bereich der „Pendler zwischen den politischen Bezirken des Bundeslandes“ wider. Zwei Faktoren sind aber für diese Pendlergruppe bestimmend: Die Gemeinde Rauris grenzt unmittelbar an den Bezirk St. Johann im Pongau an ud die Großregion Salzburg hat eine wesentlich stärkere Anziehungskraft hinsichtlich der Arbeitsmöglichkeiten. Der Pendlersaldo liegt bei 63, der Index der Pendlermobilität bei 58.

Tab. 8. Erwerbsauspendler nach Entfernungskategorien VZ2001, Frauenanteil in %

	Erwerbs-tätige gesamt	Nicht-Pendler	Innerhalb der Gemeinde	Pendler gesamt	Zwischen Gemeinden des politischen Bezirkes	Zwischen politischen Bezirken des Bundeslandes	Zwischen den Bundesländern	Ins Ausland
Flattach	35,6	40,0	42,5	32,4	40,7	35,0	19,3	16,3
Rauris	35,3	40,4	41,1	29,0	30,5	24,7	31,9	32,7

Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Die geschlechterspezifische Betrachtung führt zu folgendem Ergebnis: Der Anteil der Frauen an den Auspendlern liegt in Flattach mit 32 % ein wenig höher als in Rauris (29 %). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Möglichkeit des Pendelns zwischen anderen Gemeinden des Bezirkes Spittal/Drau überdurchschnittlich stark von Frauen in

Anspruch genommen (41 %) wird. Hier ragt vor allem die Bezirkshauptstadt Spittal/Drau mit seinen ca. 16.000 Einwohnern heraus. 53 % der Erwerbstätigen, die hier arbeiten und deren Wohnsitz sich in Flattach befindet, sind Frauen. In der Gemeinde Obervellach sind hingegen sind 2/3 der erwerbstätigen Bevölkerung Männer. Bei den Bundesland- und Auslandspendlern liegt der Männeranteil bei rund 80 %.

Für die Gemeinde Rauris zeigt die Auswertung der einzelnen Pendlertypen nach Geschlechtern ein sehr homogenes Bild. Mit Ausnahme der Gruppe „Pendler zwischen anderen politischen Bezirken des Bundeslandes" weisen alle Anteilswerte zwischen 31 und 33 % auf. In dieser genannten Gruppe liegt der Frauenanteil nur bei 25 %, was jedoch auf Grund der geringen Zellbesetzung (46 Frauen) mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Der Pendlersaldo betreffend die Frauen ist mit rund 73 für beide Projektgemeinden gleich. Hingegen weist der Index der Pendlermobilität für die Gemeinde Flattach einen fast doppelt so hohen Wert aus wie für Rauris (92 vs. 50).

Es kann somit festgehalten werden, dass es für die Frauen in der Gemeinde Rauris wesentlich weniger Anreizpunkte gibt, die Gemeindegrenzen zwecks Ausübung ihrer Erwerbstätigkeit zu verlassen, als für die Männer. Dies liegt zum einen am recht guten Arbeitsplatzangebot für die Frauen, vorzugsweise im Beherbergungs- und Gaststättenwesenwesen sowie im Handel. Zum andern sind jedoch die Faktoren wie Verkehrsinfrastruktur und überregionale Arbeitszentren nicht so stark ausgeprägt wie in Flattach und stellen somit noch Hindernisse dar, um stärkere überregionale Pendlerströme zu aktivieren.

C2. Tourismus/Wintertourismus als dominierende Wirtschaftsbranche

Franz Prettenthaler, Clemens Habsburg-Lothringen, Nadja Vetters, Petra Amrusch
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Elisabethstr. 20, Graz

35jährige Rauriser Pädagogin und Privatzimmervermieterin: „*Das kriege ich so bei den Tourismusversammlungen mit, was da oft schwierig ist, das sehr viel Negativ-Malen, dass sehr viele an dem hängen, wie es vor Jahren vielleicht einmal positiv gelaufen ist, gerade im Tourismus, so diese ewige Jammerei, dass es halt damals so gut gelaufen ist und dass jetzt sowieso nichts mehr läuft und dass jetzt alles nur mehr den Berg runter geht. Ich meine, die Zahlen belegen es, es ist nicht nur so ein subjektives Empfinden, die Zahlen belegen es, dass der Tourismus rückläufig ist und dass natürlich alles daran hängt, wirklich jeder Bauernhof und ich glaube, jeder Mensch im Tal herinnen.*" (Kirchengast 2007b, S. 79)

45jähriger Flattacher Unternehmer: „*Wie gesagt, im Winter das Schi fahren ist sicherlich, generell Mölltaler Gletscher, muss man positiv gegenüberstehen, ich als Unternehmer sowieso auch. Ich profitiere genauso davon, mir taugt es, aber wie gesagt, man darf die Leute nicht vergessen.*" (Kirchengast 2007b, S. 48)

C2.1 Kennzahlen der Tourismusentwicklung

Nächtigungsentwicklung

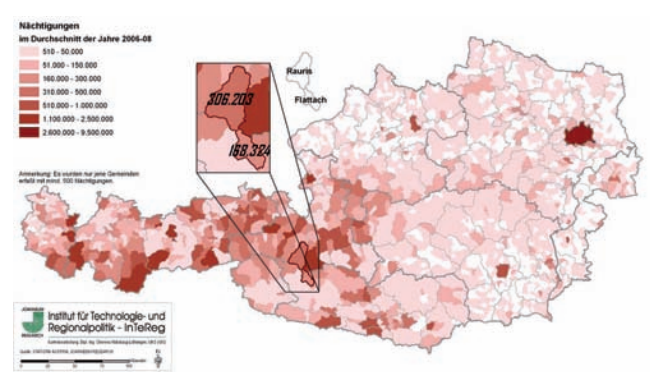


Abb. 34. Durchschnittliche Zahl der Nächtigungen 2006-08 (Kalenderjahr), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

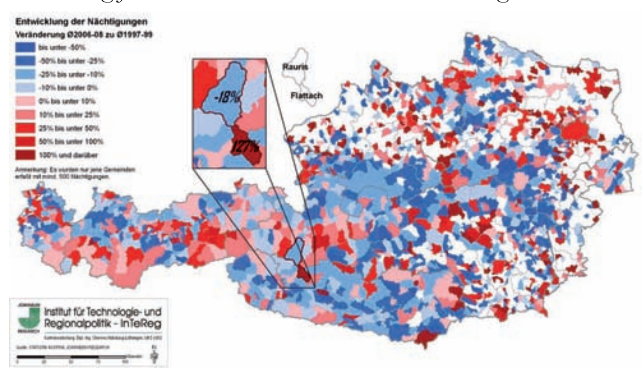
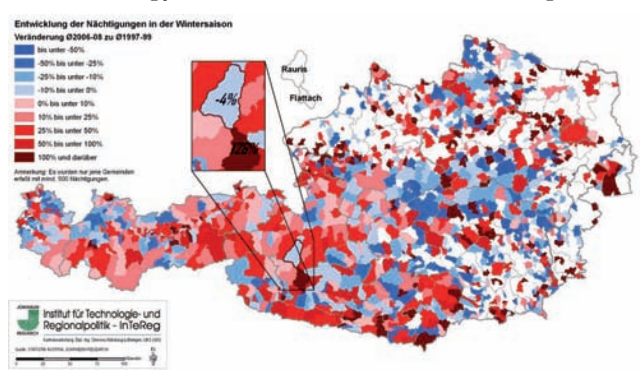


Abb. 35. Entwicklung der Nächtigungszahlen Ø2006-08 zu Ø1997-99 (Kalenderjahr), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg



In Abbildung 34 werden die durchschnittlichen Nächtigungszahlen der Jahre 2006-2008 auf Gemeindeebene dargestellt, um einen österreichweiten Überblick über die Verteilung bzw. Konzentration von touristischen Aktivitäten zu erlangen. Tourismusintensitäten sind im Westen Österreichs, das heißt im Alpenraum, im Bereich von Seen sowie in Städten generell höher als im Osten und Norden.

Die Gemeinde Rauris weist im Vergleich zu Flattach mit 306.000 Nächtigungen eine um 82 % höhere touristische Aktivität auf.

Abbildung 35 gibt ein sehr heterogenes Bild der Entwicklung der Nächtigungszahlen Ø2006-08 gegenüber Ø1997-99 wieder. Starke Nächtigungszunahmen können vor allem die zentralalpinen Winterregionen aufweisen sowie zahlreiche kleine Gemeinden im Alpenvorland, während im Bereich der Nord- und Südkalkalpen starke Rückgänge zu verzeichnen sind.

Für Flattach errechnet sich ein Anstieg um 127 % und für Rauris ein Rückgang um -18 %.

Abb. 36. Entwicklung der Nächtigungszahlen in der Wintersaison Ø2006-08 zu Ø1997-99, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg.

Abbildung 36 zeigt, dass im Allgemeinen größere Schwankungen im Bereich der Ostausläufer der Nördlichen Kalkalpen beginnend bei den Ennstaler Alpen sowie in den Mittelgebirgs- und Hügellagen und eine stabilere Situation in den alpinen Regionen im Westen und teilweise auch im Süden vorzufinden sind. Dies ist u.a. auch auf den Umstand zurückzuführen, dass es sich in diesen Regionen eher um winterdominierte bzw. Ganzjahrestourismusgemeinden handelt, die wesentlich höhere absolute Nächtigungszahlen aufweisen (und somit mathematisch gesehen nur schwer extreme Veränderungen zulassen).

Im Vergleich zur Gesamtentwicklung kann Rauris den Rückgang im Wintertourismus auf -4 % beschränken, während der Anstieg für Flattach faktisch ident mit der Gesamtentwicklung ist (126 %).

Abbildung 37 zeigt jenen wesentlichen Parameter, der für die meisten regionalökonomischen Charakterisierungen von Gebieten zur Bestimmung der Tourismusintensität herangezogen wird: Nächtigungen pro Einwohner und Jahr. Dabei ist zu erkennen, dass der Wintertourismus weitgehend nächtigungsintensiver als der Sommertourismus ist. Diese Tatsache ergibt sich zum Teil aus der geringeren Bevölkerungszahl in den Berggemeinden. Aber

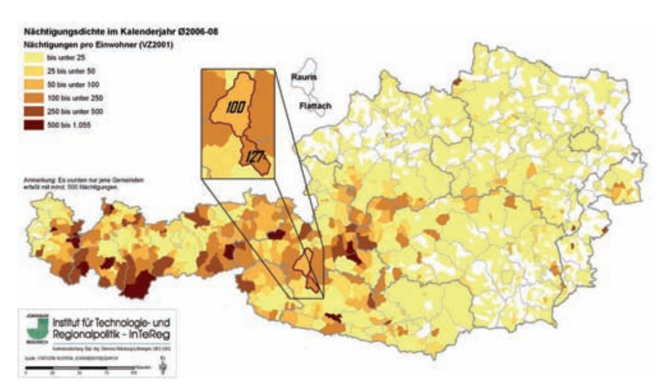


Abb. 37. Nächtigungsdichte Ø2006-08 (Nächtigungen pro Einwohner u. Kalenderjahr), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

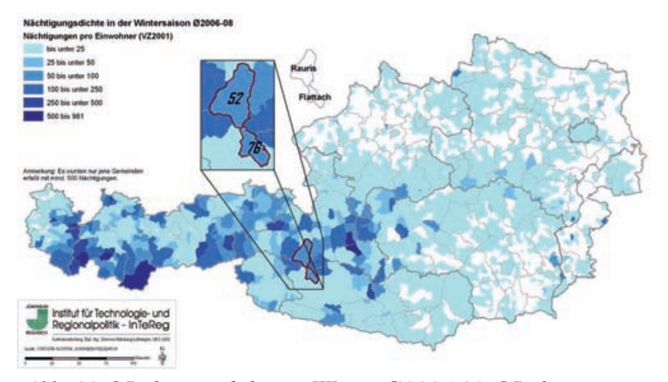


Abb. 38. Nächtigungsdichte im Winter Ø2006-08 (Nächtigungen pro Einwohner u. Saison), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

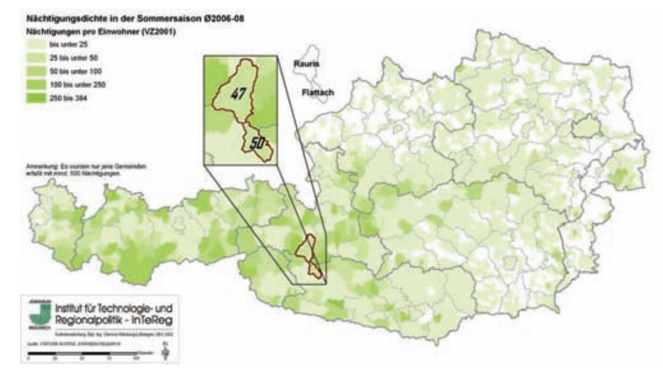


Abb. 39. Nächtigungsdichte im Sommer Ø2006-08 (Nächtigungen pro Einwohner u. Saison), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

ein Blick auf die Absolutzahlen in Abbildung 34 zeigt, dass mit Ausnahme der Städtedestinationen und der Seengemeinden im Salzkammergut und in Kärnten die Wintertourismusgemeinden insgesamt am stärksten frequentiert werden.

Die maximale Nächtigungsdichte für das Kalenderjahr liegt bei 1.055 Nächtigungen pro Einwohner. Für die einzelnen Saisonen liegt dieses Maxima bei 385 im Sommer (Kärntner Seengemeinden Ossiach und Weißensee) und 951 im Winter (Salzburger Skigebiet Obertauern mit den Gemeinden Tweng und Untertauern). Für die Top-Wintertourismusgemeinden in Österreich kann also von einer wesentlich intensiveren touristischen Nutzung ausgegangen werden als in erfolgreichen Sommerdestinationen (siehe Abbildung 37 bis Abbildung 39).

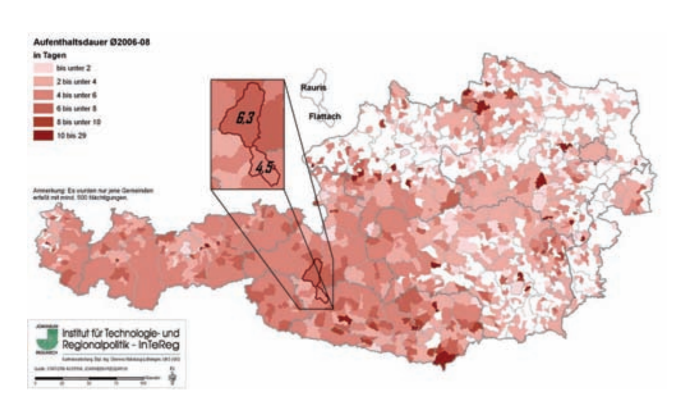


Abb. 40. Durchschnittliche Aufenthaltsdauer 2006-08 (Kalenderjahr), Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg.

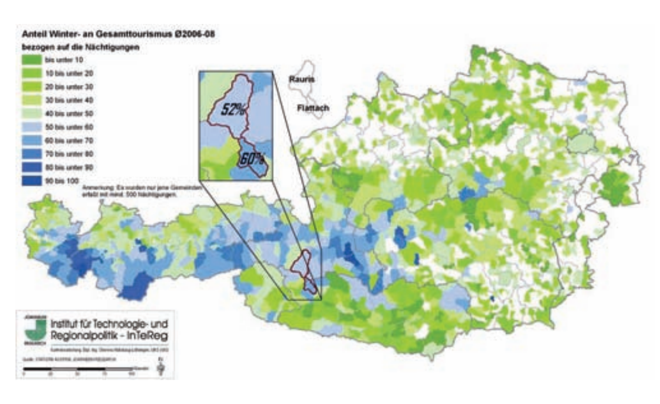


Abb. 41. Anteil des Wintertourismus am Gesamttourismus Ø2006-08, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Die Nächtigungsdichte für das Fremdenverkehrsjahr Ø2006-08 beträgt in Rauris 100 und in Flattach 127. Dieser Unterschied wird im Großen und Ganzen durch den Wintertourismus hervorgerufen, wo Flattach eine Nächtigungsdichte von 76 erzielt, während Rauris bei 52 liegt. In der Sommersaison liegen die Werte der beiden Gemeinden sehr eng beisammen, mit Flattach 50 und Rauris 47.

Die Aufenthaltsdauer ist in den traditionellen Kur- und Seegemeinden, aber auch in Gebieten mit sanftem Erholungstourismus mit Werten ab sechs Tagen am höchsten. Als ein solches traditionelles Erholungsgebiet gibt auch Rauris mit seinen 6,3 Tagen durchschnittlicher Aufenthaltsdauer, während die fast ausschließlich vom Skitourismus geprägte Gemeinde Flattach nur 4,5 Tage aufweist.

Abbildung 41 zeigt ganz klar die dominierende Stellung des Wintertourismus in den Zentralalpen von West herein bis zum Schoberpass und in den Nördlichen Kalkalpen vom Osten Tirols bis hin zur Tauplitz. Im Bereich der Nördlichen Kalkalpen sticht weiter im Osten noch die Wintersportregion um das Hochkar hervor, und im Süden die zu den Zentralalpen zählende Koralpe.

Hinsichtlich sommertouristischer Dominanz zeigt sich für Kärnten eine sehr hohe Konzentration um die zahlreichen Seen dieses Bundeslandes. Diese Dominanz infolge des Badetourismus kann auch für Gemeinden um den Attersee sowie den Neusiedlersee festgehalten werden.

Der Anteil des Wintertourismus in der Gemeinde Flattach liegt mit 60 % um 8 %-Punkte über jenem von Rauris (52 %), was die bereits dargelegte Dominanz im Winter nochmals bestätigt.

Abbildung 42 zeigt für alle Gemeinden Österreichs mit mindestens 500 Nächtigungen pro Jahr den Anteil der Beherbergungsbetriebe, die im Winter geöffnet haben. Neben eindeutigen Ganzjahresdestinationen (wie etwa den Thermenstandorten und den Städten) sind es vor allem Gemeinden, in welchen der Wintertourismus der Treiber für touristische Entwicklung war, die hier mit hohen Prozentsätzen geöffneter Beherbergungsbetriebe hervorstechen und damit auch wesentlich zur Sicherung von bestehenden Arbeitsplätzen beitragen.

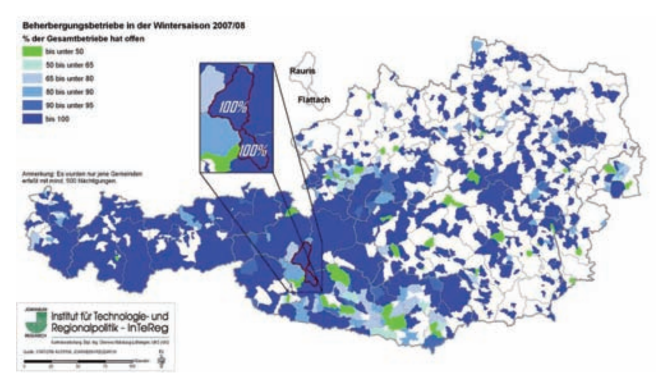


Abb. 42. Anteil der Beherbergungsbetriebe, die im Winter 2007/08 geöffnet hatten, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und GIS-Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg.

Sowohl in der Gemeinde Flattach als auch in Rauris waren in den letzten Jahren sämtliche Hotelleriebetriebe in beiden Saisonen geöffnet.

Detailbetrachtung der beiden Gemeinden Flattach (20607) und Rauris (50617)

Wie aus Abbildung 43 und Abbildung 44 hervorgeht, fanden in den beiden Projektgemeinden in der Periode 1973-2008 völlig unterschiedliche Entwicklungen im Bereich der touristischen Nächtigungen statt.

Während für die Gemeinde Flattach der Tourismus im Jahr 1973 noch fast keine Rolle spielte (Nächtigungsdichte = Nächtigungen pro Einwohner der Volkszählung 2001: 25), kam es in den Jahren 1988 und 1989 zu einem ersten deutlichen Anstieg, dem dann bis 1996 wieder kontinuierliche Rückgänge folgten. Mit 1997 setzte ein Aufschwung ein, der bis heute ungebrochen ist und zu einer Verdreifachung der Nächtigungszahlen führte. Gegenüber 1973 hat sich dieser Wert mehr als verfünffacht. Rückgrat dieser extrem positiven Entwick-

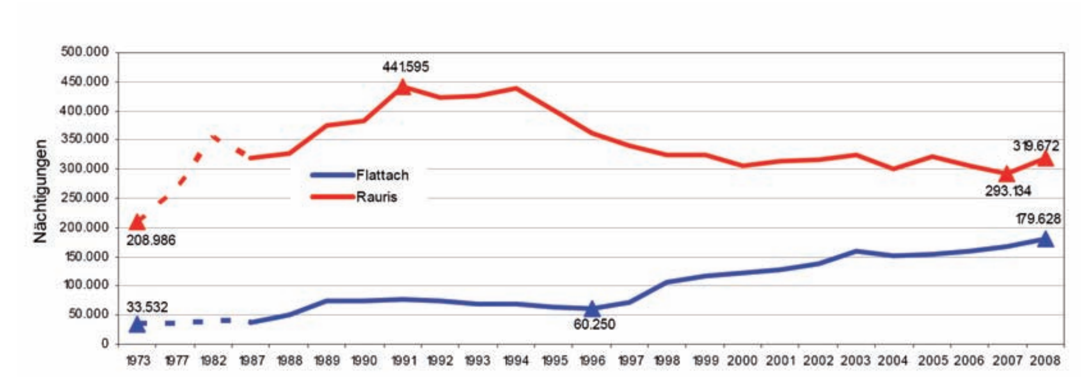


Abb. 43. Nächtigungsentwicklung 1973-2008, Flattach und Rauris, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

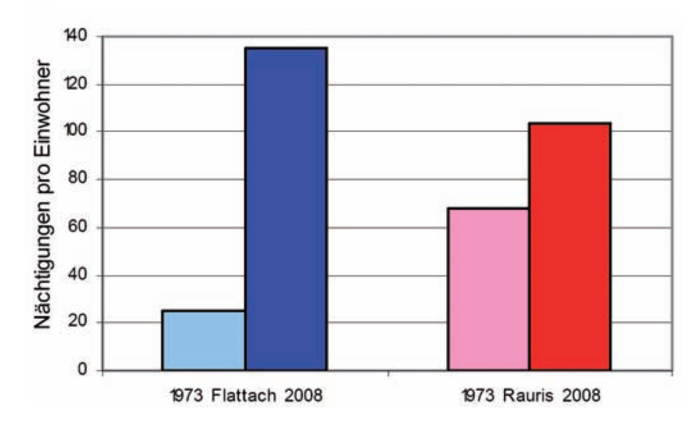


Abb. 44. Nächtigungsdichte 1973 und 2008, Flattach und Rauris, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

lung ist der Wintertourismus. Dieser ist wiederum in engem Zusammenhang mit der Errichtung des einzigen Gletscherskigebiets in Kärnten auf dem Mölltaler Gletscher, dessen Ausbau (Eröffnung der Stollenbahn im Jahr 1997) und der damit verbundenen touristischen Neuausrichtung der Gemeinde, zu sehen. Gegenüber 1973 hat sich dieser Wert mehr als verfünffacht.

Mittlerweile kann die Gemeinde Flattach in der Wintersaison (Ø2006-08) auf die sechsthöchste Nächtigungsdichte (77) des Bundeslandes verweisen und liegt damit sogar noch vor der Gemeinde Hermagor-Pressegger See, die sowohl für den Winter als auch den Sommer ein umfangreiches Angebot anbieten kann (Skifahren, Wandern, Baden). Für die Sommersaison (Ø2006-08) liegt die Nächtigungsdichte bei 50.

Flattach selbst zählt nur acht Hotels mit ca. 570 Betten. Mit durchschnittlich 71 Betten pro Hotel sind diese jedoch dafür sehr groß. Sie sind in beiden Saisonen geöffnet. Die rechnerische Vollauslastung liegt bei knapp 300 Tagen. Unter Berücksichtigung von zwei kurzfristigen Betriebssperren (je zwei Wochen zu den Saisonübergängen) liegt die Auslastung bei ca. 90 %. Daher ist davon auszugehen, dass in touristischen Spitzenzeiten die Nachfrage, die vom Skigebiet Mölltaler Gletscher generiert wird, nur gemeinsam mit den umliegenden Gemeinden gedeckt werden kann. Um diesen Bedarf besser decken zu können, wurde die Zahl der Betten innerhalb der letzten sechs Jahre um 7 % erhöht.

Mit einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 4,5 Tagen liegt Flattach im unteren Mittelfeld des für stark an Skisport orientierte Regionen typischen Bereichs.

Hingegen war in der Gemeinde Rauris der Tourismus schon immer ein bedeutenderer Wirtschaftsfaktor, was sich auch in der Nächtigungsdichte des Jahres 1973 mit einem Wert von 68 ausdrückt. Nach einem teils rasanten Nächtigungsanstieg bis Anfang der 90er Jahre folgte von 1995 bis 2000 ein starker Rückgang. Seit dem Jahre 2000 schwankt die Zahl der touristischen Nächtigungen nun zwischen 293.000 und 324.000 pro Jahr. Gegenüber dem Jahre 1973 bleibt somit noch ein Nächtigungsplus von 53 %. Vergleicht man den aktuellen Wert mit jenem des bisherigen Höchststandes 1991, so errechnet sich ein Rückgang von -28 %. Der Rückgang bis 2001 betraf dabei am stärksten die Sommersaison, während die Rückgänge der Jahre 2006 und 2007 auf die schneeärmeren Winter zurückzuführen sind.

Die Nächtigungsdichte in der Wintersaison liegt bei 52, jene der Sommersaison bei 47 (beide Ø2006-08).

Die Gemeinde Rauris ist mit 35 Hotelbetrieben um das mehr als Vierfache umfangreicher ausgestattet als Flattach, diese sind dafür jedoch auch wesentlich kleiner. Mit 1.880 Betten errechnet sich eine durchschnittliche Bettenanzahl von 53 pro Betrieb. Mit 163 Vollbelegungstagen wird, trotz der Zweisaisonalität, nur eine Auslastung von nicht ganz 50 % erreicht. Damit verbunden, ist in den letzten sechs Jahren sowohl die Zahl der Betten (-28 %) als auch jene der Betriebe stark zurückgegangen.

Als traditionelles Erholungsgebiet für sanften Tourismus kann Rauris mit 6,3 Tagen auf eine überdurchschnittlich hohe Aufenthaltsdauer verweisen, wenngleich diese innerhalb der letzten zehn Jahre um einen ganzen Tag zurückgegangen ist.

Die touristische Prägung der beiden Gemeinden unterscheidet sich somit wie folgt: In der Gemeinde Rauris kann von einem stagnierendem sanftem Ganzjahrestourismus mit nur unterdurchschnittlicher Auslastung der Hotels (50 %) gesprochen werden. Hingegen wird Flattach von stetig steigendem intensivem Wintertourismus geprägt, ca. 60 % der Nächtigungen fallen auf die Wintersaison, und weist zudem sehr hohe Auslastungszahlen der Hotelbetriebe (90 %) auf.

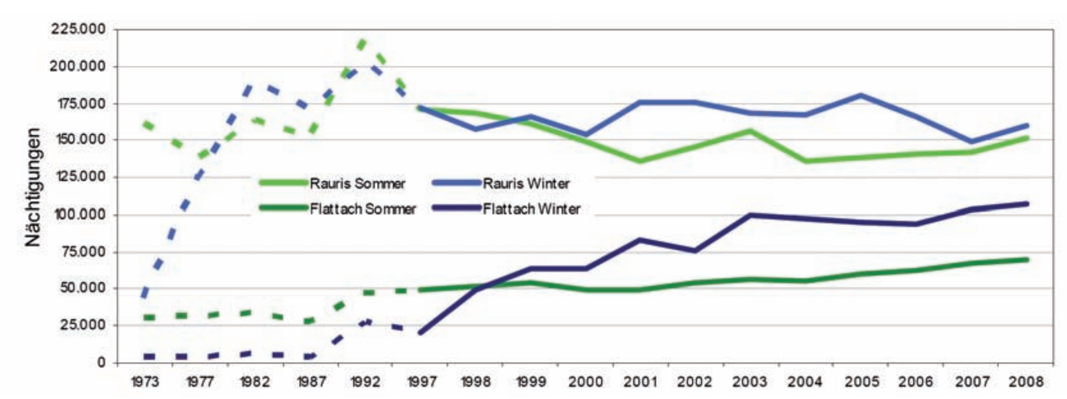


Abb. 45. Nächtigungsentwicklung 1973-2008 nach Saisonen, Flattach und Rauris, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg

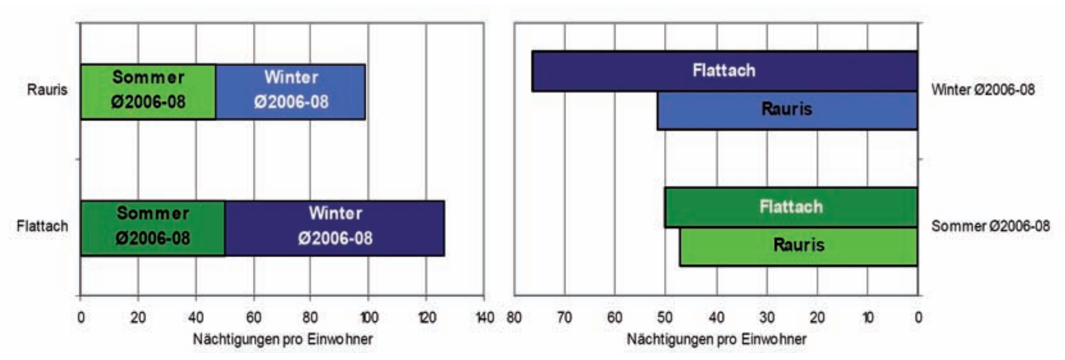


Abb. 46. Nächtigungsdichte nach Saisonen Ø2006-08, Flattach und Rauris, Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung und Darstellung JOANNEUM RESEARCH - InTeReg

Dies ist auch das Ergebnis einer Clusteranalyse aller österreichischen Gemeinden in Hinblick auf die unterschiedliche ökonomische Bedeutung des Tourismussektors, die Flattach der Gruppe der Wintertourismusgemeinden und Rauris der Gruppe der Ganzjahrestourismusgemeinden zuordnet. (vgl. den folgenden Abschnitt C2.2). Der Nächtigungsschnitt lag in Rauris in den Jahren 2006 bis 2008 bei rund 306.000 Nächtigungen pro Jahr, in Flattach lag dieser Wert bei durchschnittlich 168.000 Übernachtungen. Gemessen an der Einwohnerzahl (Volkszählung 2001) ergibt sich somit für die Periode Ø2006-08 für die Gemeinde Flattach eine Nächtigungsdichte von 135 und für Rauris von 104. Nur das Jahr 2008 betrachtet liegen diese beiden Werte bei 127 bzw. 100.

C2.2 Wetterabhängigkeit des Einkommens und Verwundbarkeit

So wie wir bereits die NUTS 3-Regionen unserer beiden Gemeinden mittels Clusteranalyse mit anderen europäischen Regionen verglichen haben, so werden nun die beiden Gemeinden im Hinblick auf ihre Charakteristik des Tourismus mit allen anderen Gemeinden Österreichs verglichen. Ziel der Analyse ist die Einteilung der Gemeinden in Gruppen (Cluster), die die unterschiedliche ökonomische Bedeutung des Tourismussektors widerspiegeln. Die Gemeinden sollen dabei auf eine Weise zu Gruppen zusammengefasst werden, die die größtmögliche Ähnlichkeit der einzelnen Objekte innerhalb jeder Gruppe und die geringstmögliche Ähnlichkeit der Gruppen zueinander sicherstellt. Aus den so gebildeten Clustern werden in weiterer Folge repräsentative Gemeinden für die weitere Analyse ausgewählt.

In die Clusteranalyse flossen die in Tabelle 9 aufgelisteten Merkmale ein. Für jede der 2357 Gemeinden wurden die Ausprägungen dieser fünf Variablen erhoben und zu einer 2357 x 5 Datenmatrix zusammengefasst[6]. Die Ausprägungen der einzelnen Merkmale auf Gemeindeebene sind zum Teil im vorigen Abschnitt als Karten dargestellt.

Der Anteil der Winternächtigungen ist ein Indikator für die relative Bedeutung des Winter- bzw. Sommertourismus in der jeweiligen Gemeinde. Die Konzentration der Beschäftigung im Tourismussektor im Vergleich zur Konzentration im Österreichschnitt informiert über

6 Wien wurde dabei als eine einzelne Gemeinde angesehen, da für Wien nicht alle interessierenden Variablen auf Bezirksebene vorliegen.

die Bedeutung des Tourismussektors als Arbeitgeber, das heißt auch über die Abhängigkeit des lokalen Arbeitsmarktes vom Tourismus[7]. Die Nächtigungsdichte soll die Intensität der touristischen Nutzung sowie die allgemeine Bedeutung des Übernachtungstourismus für die Gemeinden widerspiegeln. Die Höhenlage der Gemeinden lässt Rückschlüsse auf die Art der möglichen touristischen Nutzungen zu und ist vor allem auch in Hinblick auf die weiteren meteorologischen Analysen von Bedeutung. Die installierte maximale Förderleistung gibt Auskunft über die Bedeutung dieser Wintersportinfrastruktur als Teil des touristischen Angebots der Gemeinde bzw. der Region.

Tab.9. Variablen der Clusteranalyse: Abkürzungen und Erläuterungen

Variablen Clusteranalyse	
Abkürzung	Erläuterung
AnteilWi	Anteil der Winternächtigungen im Durchschnitt der Jahre 2000-2005
LokGes	Lokation Tourismus an Gesamtbeschäftigung [b] (0=Konzentration entspricht dem Ö-Schnitt)
NaDiGes	Nächtigungsdichte im Durchschnitt der Jahre 2000-2005
z_max	Höchster Siedlungspunkt im Gemeindegebiet
FörderGes	Max. Förderleistung (Pers./h)

[b] $\left(\frac{BeschTour(Gemeinde)/BeschGes(Gemeinde)}{BeschTour(Österreich)/BeschGes(Österreich)}\right)-1$, wobei BeschTour = „Anzahl der Beschäftigten im Beherbergungs- und Gaststättenwesen“ und BeschGes = „Gesamtzahl der Beschäftigten am Arbeitsort“.

Im Zuge des Gruppierungsvorgangs wurde die Anzahl der Cluster zunächst auf fünf bis zehn Gemeindegruppen eingeschränkt. Nach Analyse und Interpretation dieser Clusterergebnisse wurden schließlich acht Gruppen als endgültiges Ergebnis festgelegt. Diese Gruppenzahl ermöglicht eine sinnvolle Abgrenzung und Benennung der Cluster, wobei die Zahl der Cluster auf einem überschaubaren Niveau bleibt. Dieses Ergebnis wird in den folgenden beiden Abschnitten detailliert dargestellt und beschrieben.

In Tabelle 10 ist das Ergebnis der Clusteranalyse überblicksmäßig dargestellt. Die Benennung der acht Gruppen erfolgt in Anlehnung an die relative Bedeutung des Tourismus im Allgemeinen sowie des Sommer- und Wintertourismus im Besonderen. Der Kategorie „Nicht-Tourismusgemeinden“ wurden die Cluster 1 bis 3 zugeordnet. Diesen drei Clustern gehört rund die Hälfte der österreichischen Gemeinden an. Cluster 4 und 5 wurden zur Kategorie „Sommer- und Ganzjahrestourismus-Gemeinden“ zusammengefasst. Die kleinste Gruppe, bestehend aus den Clustern 6, 7 und 8, bilden die so genannten „wintertouristisch geprägten Gemeinden“.

7 Betrachtet wird hierbei Abschnitt H – Beherbergungs- und Gaststättenwesen der ÖNACE Grundsystematik der Wirtschaftstätigkeiten.

Tab. 10. Einteilung und Benennung der Cluster und Anzahl der jeweils zugehörigen Gemeinden

EINTEILUNG UND BENENNUNG DER CLUSTER			
NICHT-TOURISMUSGEMEINDEN			Anzahl Gemeinden
Nr.	1	Nicht- und Tagestourismus	723
	2	Nicht- und Tages- bzw. Städtetourismus in niederen Lagen	616
	3	Nicht- und Tages- bzw. Städtetourismus in höheren Lagen	358
SOMMER- UND GANZJAHRESTOURISMUS-GEMEINDEN			Anzahl Gemeinden
Nr.	4	Sommertourismus	292
	5	Ganzjahrestourismus	255
WINTERTOURISTISCH GEPRÄGTE GEMEINDEN			Anzahl Gemeinden
Nr.	6	Tourismusabhängig	35
	7	Wintertourismus	69
	8	Top 9 Wintersportmetropolen	9

In Abbildung 47 wurde das Clusterergebnis visualisiert, womit die geographische Verteilung der einzelnen Gruppen innerhalb von Österreich auf einen Blick erfassbar wird. Zusätzlich erlaubt diese Darstellung einen Vergleich mit der räumlich unterschiedlichen Ausprägung jener Merkmale, die in die Clusteranalyse miteinbezogen wurden. Wie bereits erwähnt, wurde die Gemeinde Rauris im Zuge dieser Analyse der Gruppe der Ganzjahrestourismusgemeinden (Cluster Nr. 5) zugeordnet, die Gemeinde Flattach wurde als Wintertourismusgemeinde klassifiziert (Cluster Nr. 7).

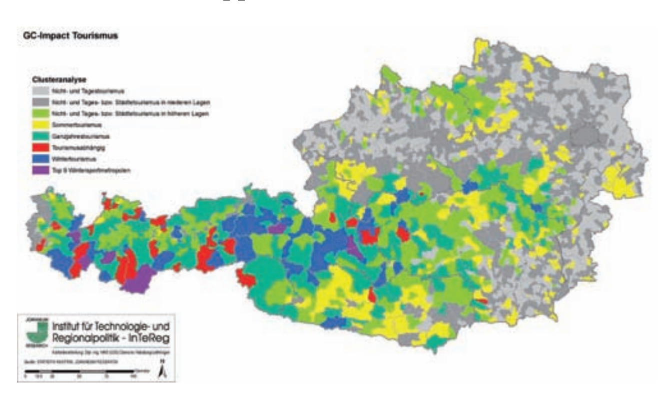


Abb. 47. Ergebnisse der Clusteranalyse – Zugehörigkeit der Gemeinden zu den acht Clustern

Diese beiden Cluster sind wie folgt charakterisiert:

Ganzjahrestourismus (Cluster 5 mit Rauris)

Zu diesem Cluster zählen insgesamt 255 Gemeinden, in denen beide Tourismussaisonen eine Rolle spielen. Im Gruppenschnitt verzeichnen diese Gemeinden rund die Hälfte der Nächtigungen während der Wintersaison. Die Konzentration der Beschäftigung im Touris-

mussektor liegt über dem Österreichschnitt. Die Nächtigungsdichte liegt mit durchschnittlich 63 Nächtigungen pro Einwohner unter jener der Wintertourismusgemeinden, jedoch über der durchschnittlichen Nächtigungsdichte der reinen Sommertourismusgemeinden. Der höchste Siedlungspunkt im Gemeindegebiet liegt im Schnitt auf einer Seehöhe von über 1.000 m. Mit der vorhandenen Liftinfrastruktur können im Gruppenschnitt rund 3.100 Personen pro Stunde befördert werden.

In 130 der 255 Gemeinden liegt der Winteranteil bei den Nächtigungen zwischen 40 % und 60 %. Die 92 Gemeinden mit einem Sommeranteil von mehr als 60 % unterscheiden sich von den Gemeinden in Cluster 4 durch ihre höhere Lage auf durchschnittlich über 850 m Seehöhe (Gemeindehauptort) und die größtenteils vorhandene Wintersportinfrastruktur. Die 33 Gemeinden mit einem Winteranteil von über 60 % unterscheiden sich von den typischen Wintersportorten in Cluster 7 durch die nicht so stark ausgebaute Wintersportinfrastruktur und die etwas geringere Nächtigungsdichte. Zum Teil sind in diesem Cluster auch noch Gemeinden enthalten, die besser zu den Gemeinden in Cluster 7 passen würden, aber durch die Einschränkungen bei der Verortung der Seilbahnen derzeit ohne oder mit zu geringer Liftinfrastruktur ausgewiesen (beispielsweise als Teil einer Skiarena) und daher in diesem Cluster zu finden sind. In Hinblick auf ihren Beschäftigtenanteil im Tourismus sind die Gemeinden in diesem Cluster sehr heterogen. Dieser schwankt zwischen 4 % bis 70 %. 208 der 255 Gemeinden haben eine Nächtigungsdichte kleiner 100, 18 eine Nächtigungsdichte über 150 Nächtigungen pro Einwohner.

Wintertourismus (Cluster 7 mit Flattach)

In diesem Cluster sind 69 wintertouristisch geprägte Gemeinden zusammengefasst. Von Cluster 8 unterscheiden diese Gemeinden der ausgeglichenere Saisonverlauf und die weniger intensive touristische Nutzung. Im Schnitt werden in dieser Gruppe von Gemeinden 60 % der Nächtigungen während der Wintersaison verzeichnet. Die Beschäftigungskonzentration liegt mit LokGes=1,46 über dem Österreichschnitt. Die Nächtigungsdichte erreicht knapp 100 Nächtigungen pro Einwohner. Der höchste Siedlungspunkt im Gemeindegebiet liegt innerhalb dieses Clusters durchschnittlich auf über 1.000 m. Mit der vorhandenen Liftinfrastruktur können im Schnitt knapp über 20.000 Personen pro Stunde befördert werden.

Mit einer Ausnahme (Innsbruck, das auf Grund der angrenzenden Schigebiete in diesen Cluster eingeordnet wird) finden in allen Gemeinden mehr als die Hälfte der Nächtigungen im Winter statt, wobei die Sommersaison in den meisten Fällen ebenso von Bedeutung ist. Im Unterschied zu Cluster 6 können die Gemeinden in diesem Cluster auf Grund der größtenteils stark ausgebauten Wintersportinfrastruktur als Wintertourismusgemeinden bezeichnet werden. Im Durchschnitt gibt es in jeder dieser Gemeinden 16 Haupt- und Kleinseilbahnen sowie Schlepplifte. Einige der Gemeinden zählen in Hinblick auf die installierte maximale Förderkapazität zum österreichischen Spitzenfeld, unterscheiden sich jedoch von den Gemeinden in Cluster 8 durch die ausgeglicheneren Saisonen und die geringere Nächtigungsdichte und Beschäftigungskonzentration. In 55 der 69 Gemeinden liegt die Nächtigungsdichte bei über 100 Nächtigungen pro Einwohner und Jahr, in 20 Gemeinden wird eine Nächtigungsdichte über 200 erreicht. Durch die relativ geringe Anzahl von Gemeinden

in diesem Cluster wird die durchschnittliche Beschäftigungskonzentration durch die Zugehörigkeit der Stadt Innsbruck gesenkt. Ohne Innsbruck ergibt sich für diesen Cluster LokGes=2,97. In 65 der 69 Gemeinden ist die Beschäftigungskonzentration zumindest so hoch wie im Österreichdurchschnitt, in 33 Gemeinden ist sie zumindest fünf Mal so hoch. Der höchste Siedlungspunkt im Gemeindegebiet befindet sich in 54 der 69 Gemeinden auf mindestens 800 m Seehöhe. Mit wenigen Ausnahmen konzentrieren sich Gemeinden dieses Typs in den Bundesländern Vorarlberg, Tirol und Salzburg.

Wetterabhängigkeit der Einkommen aus dem Tourismus

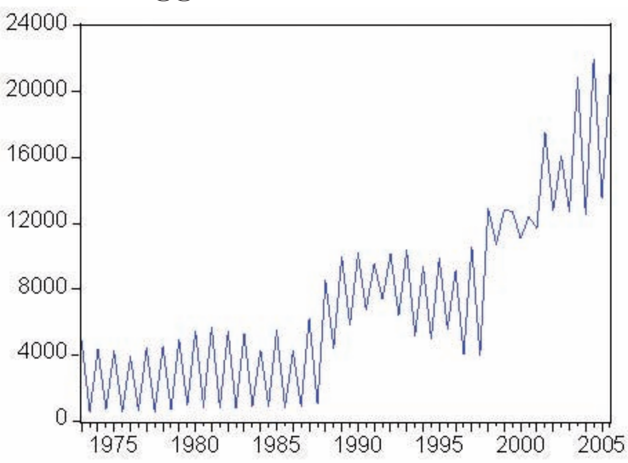


Abb. 48. Durchschnittliche Ankünfte in Flattach je Saison (1973-2005)

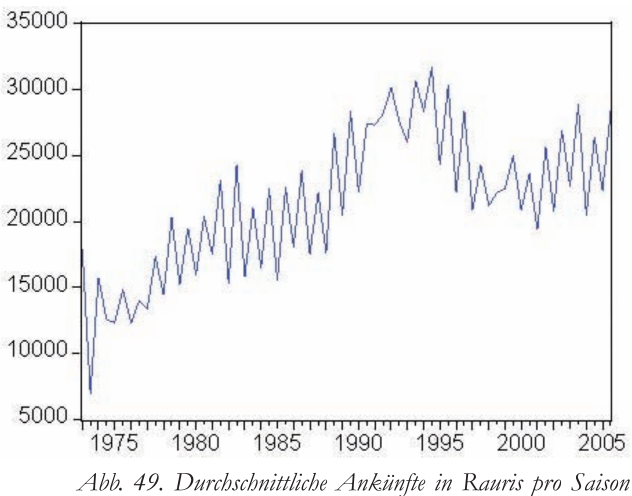


Abb. 49. Durchschnittliche Ankünfte in Rauris pro Saison (1973-2005)

Diese Unterteilung der Gemeinden Österreichs nach unterschiedlichen Tourismustypen dient einer groben Abschätzung der Verwundbarkeit dieser Gemeindetypen im Hinblick auf den Klimawandel, d.h. wie sehr eine Gemeinde etwa von klimabedingten Nachfrageschwankungen nach Tourismusdienstleistungen in dieser Region betroffen ist, wenn die Witterungslage Anlass zu solchen Schwankungen gibt. Damit ist noch nichts über die Wahrscheinlichkeit z.B. von klimawandelbedingtem Schneemangel in den Gebieten ausgesagt. Für nähere Untersuchungen zu dieser Frage siehe Prettenthaler et. al. 2007.

Wie sehr die Nachfrage nach touristischen Dienstleistungen und damit das Einkommen in den beiden Gemeinden vom Wetter, aber auch von anderen Faktoren wie der Konjunktur in den Herkunftsländern etc. abhängt, wurde ebenfalls intensiv untersucht und soll in der Folge kurz dargestellt werden. Da der Winter-

tourismus stark schneeabhängig ist, stellt die monetäre Bewertung von Änderungen von Wettermustern insbesondere für die adäquate Setzung von ökonomischen und marketingtechnischen Maßnahmen eine relevante Entscheidungsgrundlage für Tourismusregionen und deren Entscheidungsträger dar. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, zunächst die bereits analysierten Tourismusdaten noch einmal genauer – in höherer zeitlicher Auflösung – anzuschauen.

Eine besondere Rolle spielen bei solchen Untersuchungen sogenannte Strukturbrüche. Seit 1997 gibt es in Flattach eine Stollenbahn, durch welche der Zugang zum Gletscherschigebiet verbessert wurde und somit der Tourismus in Flattach schneesicherer geworden ist. Ungefähr seit 1997 ist in Flattach auch ein Anstieg der saisonalen Ankünfte[8] (Mai-Oktober; November-April) zu erkennen, wie Abbildung 48 zeigt.

In den saisonalen Ankünften[9] in Rauris hingegen ist der ebenfalls vorhandene Aufwärtstrend ab 1997 schwächer ausgeprägt, wie in Abbildung 49 erkennbar ist.

Es wird allgemein vermutet, dass die Wetterabhängigkeit der Tourismusbetriebe in Flattach aufgrund des Gletscherschigebietes reduziert ist, während Rauris durch zusätzliches Einkommen aufgrund des verstärkten Sommertourismus im Gegensatz zu Flattach Einkommenseinbußen in schneearmen Wintern potentiell ausgleichen kann.

Ob die Touristenzahlen tatsächlich mit Temperaturschwankungen bzw. Niederschlägen zusammenhängen, ist mittels eines Zeitreihenmodells feststellbar. Um herauszufinden, wie sich das Wetter (Niederschläge und Temperatur)[10] auf das Einkommen bzw. die saisonalen Nächtigungen in der Vergangenheit ausgewirkt hat, wurden mehrere ökonometrische Modelle aufgestellt und getestet.[11]

Um den reinen Einfluss der Temperatur bzw. der Niederschläge auf die Nächtigungszahlen herauszufiltern, wurden auch andere mögliche Einflussvariablen berücksichtigt, wie z.B. das Bruttoinlandsprodukt (GDP) der Herkunftsländer der Touristen, die Kaufkraft von Touristen, die nach den Touristenanteilen nach Herkunftsland gewichtet wurde, sowie die Preisdifferenzen zu Konkurrenzdestinationen (Schweiz, Italien und Frankreich). Da im Schigebiet Flattach 1997 eine zusätzliche Stollenbahn die Infrastruktur für den Schitourismus verbesserte und die Möglichkeit des Schifahrens auf dem Gletscher erleichterte, wurde der Effekt von Wettervariablen für beide Täler vor und nach 1997 gesondert untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Wettervariablen in Flattach und Rauris im Untersuchungszeitraum 1973-2005 grundsätzlich einen signifikanten Einfluss auf die saisonalen Nächtigungszahlen aufwiesen. Jedoch hatte in Flattach der Bau einer Stollenbahn einen bedeutenden Einfluss auf die Wetterunabhängigkeit des Schigebiets: Die Ergebnisse deuten auf einen negativen Zusammenhang zwischen der Temperatur und den Nächti-

8 Zur Verfügung gestellt von Statistik Austria.

9 Zur Verfügung gestellt von Statistik Austria.

10 Zur Verfügung gestellt von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG).

11 Dabei wurde generell das Vector-Error-Correction-Modell (VECM), jeweils für die Sommer- und Wintersaison, angewendet. Im Gegensatz zu den Nächtigungen im Winter und Sommer in Flattach sowie im Sommer in Rauris ist die Reihe der Nächtigungen im Winter in Rauris stationär, d.h., dass der Erwartungswert und die Varianz der Reihe konstant sind. Daher wurden die sommerlichen Nächtigungen in Rauris mittels eines MA (Moving Average)-Modells erklärt, wobei stationäre Variablen aus Gründen der verbesserten Vergleichbarkeit der Regressionsergebnisse differenziert wurden. Für weitere methodische Fragen siehe Prettenthaler und Amrusch, 2009.

gungen in der Winterperiode vor der Verfügbarkeit der Stollenbahn in Flattach (1997) hin, der nach 1997 insignifikant wird. Ähnlich sind die Ergebnisse in der Sommersaison: Vor 1997 ist ein negativer Einfluss von Niederschlägen festzustellen, der nach 1997 nicht mehr signifikant ist. Während vor 1997 im Winter ein Temperaturanstieg um + 1 °C einen Nächtigungsrückgang von 900 implizierte und ein Anstieg der Niederschläge um 1 mm einen Nächtigungsrückgang von 100 bedeutete, hat der Bau der Stollenbahn nach 1997 in Flattach eine Wetterunabhängigkeit des Tourismusgebietes bewirkt.

In der Wintersaison vor 1997 fielen in Rauris die saisonalen Nächtigungen durchschnittlich um 350 im Vergleich zur vorherigen Wintersaison bei einem Anstieg der Niederschläge um 1 mm, während nach 1997 der Nächtigungsrückgang von 450 aufgrund des Anstiegs der saisonalen Niederschläge (um 1mm) deutlich höher war. In der Sommersaison ist die Auswirkung von Niederschlägen noch dramatischer: Vor 1997 haben sich die Nächtigungen bei einem Anstieg der Niederschläge um 1 mm um 400 reduziert, während nach 1997 die Reduktion der Nächtigungen 500 betrug.

Die Veränderungen der Nächtigungen von einer Saison auf die andere bei einem Temperaturanstieg von 1 °C bzw. einem Anstieg der Niederschläge um 1 mm sind in der folgenden Tabelle angeführt (inklusive die entsprechenden Einkommensveränderungen bei Tagesausgaben pro Kopf (lt. T-MONA = Tourismus Monitor Austria) von 128,-- € (inkl. Anreise im Winter 2004, 2005) sowie bei Tagesausgaben pro Kopf 97,-- € im Sommer (Tagesausgaben/Kopf inkl. Anreise, Sommer 2006, T-MONA). Zusammenfassend ist zu erkennen, dass Flattach aufgrund des geringeren Einflusses von Wettervariablen auf die Nächtigungen wetterunabhängiger ist.

Tab.11. Zusammenfassung des Einflusses von Wettervariablen auf die Einkommen in den beiden Gemeinden

Klimavariabilität		Saisonale Einkommensveränderung und Veränderung der Nächtigungen/des Einkommens im Vergleich zum Vorjahr			
Wetter-variable	Veränderung: Wettervariable	Flattach		Rauris	
		vor 1997	nach 1997	vor 1997	nach 1997
Temperatur im Winter	+1°C	-115.200 €/ -900 Nächtigungen/Saison	insignifikant		
Temperatur im Sommer	+1°C				
Niederschlag im Sommer	+1 mm	-9.700 €/ -100 Nächtigungen/Saison	insignifikant	-38.800 €/ -400 Nächtigungen/Saison	-48.500 €/ -500 Nächtigungen/Saison
Niederschlag im Winter	+1 mm			-34.000 €/ -350 Nächtigungen/Saison	-43.700 €/ -450 Nächtigungen/Saison

C3. Weiterführende Literatur

Backhaus KB, Erichson W, Plinke, Weiber R, 2000. Multivariate Analysemethoden. 9. Auflage. Berlin: Springer.

BMVIT, 2003. Eisenbahn- und Seilbahnstatistik der Republik Österreich für den Berichtszeitraum 2001/2002. Teil II „Seilbahnen“ und Teil III „Schlepplifte“. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Breiling M, Charamza P, Skage O, 1997. Klimasensibilität österreichischer Bezirke mit besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus. Endbericht des Forschungsauftrages des Österreichischen Baundesministeriums für Wirtschaftliche Angelegenheiten, Projektnummer 18 3895/222-I/9/95.

Diekmann A, 2002. Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Flick U, 2006, Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. 4. Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Kirchengast A, 2007a. A Tale of Two Valleys, Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven. Band 1, Ergebnisse qualitativer Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH.

Kirchengast A, 2007b. A Tale of Two Valleys – Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven, Band 2, Zitatesammlung. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH.

Lamnek S, 2005. Qualitative Sozialforschung. Band 2. Methoden und Techniken. 3., korr. Auflage. Weinheim: Psychologie VerlagsUnion.

Mayring P, 2002. Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5. Auflage. Weinheim: Beltz.

Palme G, 1995. Struktur und Entwicklung österreichischer Wirtschaftsregionen, in: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, 137. JG (Jahresband), Wien 1995, 393-416.

Peck S, 2006. Die Entwicklung der Wintersportinfrastruktur in Österreich von 1995 bis 2005. Diplomarbeit. TU Wien.

Prettenthaler F, Regionalökonomische Charakterisierung der Nachbarregionen Südösterreichs, 2004 in: Wirtschaftspolitische Blätter 1/2004, 51. Jg., ISSN 0043-6291, S. 103-121.

Prettenthaler F (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil A: zum Status quo der Region, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2007, ISBN 978-3-7001-3893-8.

Prettenthaler F, Formayer H, Haas P, Habsburg-Lothringen C, Vetters N, 2007. Global change impact on tourism. Der sozio-ökonomische Einfluss des Klimawandels auf den Winter- und Sommertourismus in Österreich, Zwischenbericht Jahr 2, Joanneum Research Graz 2007.

Prettenthaler F, Amrusch P, 2009. Der Zusammenhang zwischen Einkommen und Wetterdaten in beiden Tourismusgemeinden Flattach und Rauris, Economics of Weather and Climate Risks Working Paper Series No. 11/2009, Graz, ISSN 2074-9317.

Talaat A, Schürmann C, 2002., The European Peripherality Index, Paper presented at the 42nd Congress of the European Regional Science Association (ERSA), Dortmund, 27-31 August 2002 http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa02/cd-rom/papers/224.pdf, 8.11.2005.

TU Wien, Institut für Stadt- und Regionalforschung, 1999. Österreichischer Bundesverkehrswegeplan, Arbeitspaket N0-S, Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen auf die regionale Standortqualität. Wien: Technische Universität Wien.

D. Regionale Zukunftsperspektiven für Rauris & Flattach

Franz Prettenthaler, Nicole Palan, Thomas Schinko, Anna Kirchengast
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Elisabethstr. 20, Graz

D1 Zur Methodik der Erstellung von Zukunftsszenarien

Für die beiden touristisch geprägten Gemeinden Rauris und Flattach, die aufgrund ihrer geringen Größe nur einen eingeschränkten eigenständigen Entscheidungsspielraum besitzen, ist der Einfluss globaler und europäischer Dynamiken auf ihre zukünftige Entwicklung von zentraler Relevanz. Daher wurden ausgehend von globalen Modellgeschichten – den bereits im Kapitel A6 vorgestellten SRES-Szenarienfamilien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2000) – zunächst drei europäische Rahmenszenarien entwickelt, welche wiederum als eine wichtige Grundlage für die Erstellung regionaler Zukunftsperspektiven gedient haben. Die im Folgenden dargestellten möglichen europäischen Zukunftsbilder „*Triumph der globalen Märkte*", „*Kulturerbe Europa*" und „*Zeitalter der Nachhaltigkeit*" decken hierbei eine große Bandbreite potentiell möglicher politischer, wirtschaftlicher und ökologischer Entwicklungstendenzen ab. Sie basieren auf einer ausführlichen Literaturrecherche (Prettenthaler, Schinko 2007), mittels derer zunächst treibende Faktoren der zukünftigen Entwicklung Europas sowie deren mögliche Entwicklungspfade identifiziert wurden. In einem weiteren Schritt wurden die Wirkzusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren analysiert.

Die determinierenden Kernthemen für die Entwicklung der europäischen Rahmenszenarien werden in drei inhaltliche Dimensionen eingeteilt – die Blickrichtung aus der Wechselwirkung von Mensch (und Politik), die wirtschaftliche Betrachtungsweise sowie der Blickwinkel der Umwelt (und Energie).

- Im *Zeitalter der Nachhaltigkeit* (SRES B1) wird die Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie biologischer Rohstoffe forciert, beispielsweise durch die starke Verteuerung fossiler Energie durch hohe Emissionssteuern. Durch eine stärkere Fokussierung der Forschungsausgaben auf den Umwelttechnologiebereich gelingt die Entwicklung von Technologien, mittels derer das Wirtschaftswachstum vom Energieverbrauch entkoppelt wird.
- Im Szenario *Triumph der globalen Märkte* (SRES A1) werden die Leistungen des Sozialstaates weitgehend reduziert und die Liberalisierung der Märkte weiter vorangetrieben. Europa weist aufgrund der hohen Wettbewerbsfähigkeit im Hochtechnologiebereich hohe Wirtschaftswachstumsraten auf, die Nachhaltigkeit in der Produktion wird jedoch sehr stark vernachlässigt, wodurch Umweltprobleme weiter zunehmen.
- Im Kulturerbe Europa (SRES A2) liegt das Hauptaugenmerk der Wirtschaftspolitik auf dem Erhalt des Wohlfahrtsstaates und auf dem Vorantreiben der sozialen Kohäsion innerhalb Europas. Die Wirtschaft reagiert auf die veränderte Alters- und Nachfragestruktur durch die Spezialisierung auf Kultur-, Medizin- und Freizeitdienstleistungen. Weite Teile der Produktion wandern ab – insbesondere nach Asien –, während die Beschäftigungszahlen im Dienstleistungssektor ansteigen.

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
 ISBN 978-3-902719-44-7

Die drei dargestellten europäischen Rahmenszenarien geben mögliche Entwicklungen Europas bis zum Jahr 2030 wieder. Wirtschaftlich ist die Entwicklung in allen drei Szenarien positiv, sie unterscheiden sich jedoch stark im Hinblick auf den Grad an technologischer Neuerung, die Spezialisierungsfelder der europäischen Wirtschaft, das Nachfrageverhalten der Konsumenten, das Umweltbewusstsein der Gesellschaft sowie den Grad an sozialer Kohäsion. In allen drei Szenarien sind Herausforderungen zu meistern, sei es die „Dualisierung[1]“ der Gesellschaft, die geringen Forschungs- und Entwicklungsausgaben oder eine vollkommene Neuausrichtung der Wirtschaft in Richtung Nachhaltigkeit. Es gelingt Europa jedoch auf sehr unterschiedlichen Wegen die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft (zumindest in Teilbereichen) zu sichern.

Obwohl die Entwicklung der europäischen Rahmenbedingungen für zwei ländliche Gemeinden von höchster Relevanz sein mag, so macht dieser Sachverhalt bei der Formulierung von regionalen Zukunftsperspektiven die genaue Analyse der entscheidenden Einflussfaktoren der zukünftigen Entwicklung längst nicht überflüssig. Daher wurde ein umfassendes Wirkmodell entwickelt und in der sozioökonomischen, klimatologischen sowie der landnutzungsspezifischen Deskriptorenklasse insgesamt 16 Schlüsselfaktoren identifiziert, welche die künftige Entwicklung in den Gemeinden am stärksten beeinflussen.

Für diese hochsignifikanten 16 Schlüsseldeskriptoren der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der beiden Regionen, wurden sodann jeweils drei Projektionen für die mögliche Entwicklung eines jeden Deskriptors bestimmt und diese mit Wahrscheinlichkeiten für deren Eintritt gewichtet. Auf Basis dieser a priori Wahrscheinlichkeiten und auf Basis von 2160 Einzelkonsistenzanalysen dieser Projektionen konnten schließlich mithilfe statistischer Verfahren die drei wahrscheinlichsten bzw. konsistentesten Zukunftsszenarien für die Region ermittelt werden. In Kapitel D2 werden diese drei Szenarien *Authentischer Nachhaltigkeitsstandort*, *Seitengang des globalen Supermarktes* und *Kulturhabitat* im Hinblick auf die konkreten regionalen Auswirkungen analysiert werden.

Ein Hauptaugenmerk galt dabei auch dem bereits ausführlich diskutierten Schlüsseldeskriptor „Europäisches Rahmenszenario“, der sich im Zuge der Einflussanalyse für die Schlüsseldeskriptoren – wie bereits erwartet – als der einflussreichste Schlüsselfaktor herauskristallisierte; nicht zuletzt deshalb, weil sich die Klimaszenarien bis zum Zeitraum 2030 noch kaum unterscheiden und somit die klimatologischen Deskriptoren noch keinen so starken Einfluss auf die Zukunftsentwicklung der Regionen aufweisen. Die gewählten europäischen Rahmenszenarien sind jedoch eindeutig mit IPCC-SRES Emissionsszenarien (Familien A1, A2 bzw. B1) verknüpft, wodurch diese zumindest für die weitere Zukunft auch klar mit den darauf aufbauenden regionalen Klimamodellläufen in Zusammenhang gebracht werden können.

1 Darunter wird die Polarisierung in gut verdienende Facharbeitskräfte in sicheren Positionen und niedrig entlohnte Randbelegschaften in gefährdeten Arbeitsverhältnissen verstanden.

D1.1 Die Szenariotechnik

Szenarien sind umfassende Bilder einer wahrscheinlich möglichen Zukunft eines Systems, dargestellt anhand ausgewählter Schlüsselfaktoren, die für dieses System bestimmend sind. Über so genannte Projektionen – welche jeweils unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten aufweisen – wird die künftige Entwicklung dieser Schlüsseldeskriptoren dargestellt. Diese Projektionen sind definitorisch klar von Prognosen abzugrenzen, da Letztere eine Vorhersage der zukünftigen Entwicklung aufgrund kritischer Beurteilung des Gegenwärtigen sowie des Vergangenen darstellen und von einer allgemeinen Stabilitätshypothese ausgehen (gewisse Grundstrukturen wirken zu jeder Zeit unverändert, Gausemeier et al. 1996). Obwohl diese kritische Betrachtung des Vergangenen und das Wissen um den Status quo der Regionen unumgänglich und fundamental sind, müssen im Falle eines langfristigen Analysezeitraums – wie es in diesem speziellen Fall zutreffend ist – bei der Erstellung von Szenarien mögliche Trendbrüche und deren Auswirkungen auf das gesamte System analysiert werden und in Form von unterschiedlichen Entwicklungspfaden Ausdruck finden. Da die Szenariotechnik Gestaltungsmöglichkeiten in wahrscheinlichen Zukunftsbildern zu analysieren versucht, sind naturgemäß jene Bündel an Projektionen von Schlüsseldeskriptoren – die Szenarien – relevant, die am besten miteinander kompatibel sind und insgesamt eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen. Ein Szenario stellt somit keine Vorhersage im herkömmlichen Sinn dar, sondern versucht vielmehr durch die Darstellung einer episodischen Abfolge gewisser Projektionen von Schlüsselfaktoren möglichst realistische und widerspruchsfreie Zukunftsbilder anzubieten und das Interesse auf kausale Zusammenhänge und Bifurkationspunkte, an denen zukünftige Pfadabhängigkeiten entstehen können, zu lenken.

Der Prozess der Szenarienentwicklung für die besagten Regionen Rauris und Flattach orientiert sich im Allgemeinen an der Einteilung in mehrere Prozessphasen (vgl. Abb. 1, Gausemeier (Hrsg.) 1995; Geschka, Reibnitz 1983; Godet et al. 2004; Van der Heijden 1996, Prettenthaler, Höhenberger 2007 und Kirschner et al. 2007).

Zunächst muss im Rahmen der ***Szenariovorbereitung*** die Problemstellung klar definiert werden, was unter anderem Aufgaben wie die geografische Abgrenzung der Untersuchungsregionen, die Festlegung des Analysehorizonts, die Festsetzung der zu verfolgenden Ziele oder die Berücksichtigung der regionsspezifischen Rahmenbedingungen umfasst (Gausemeier et al. 1996). Anschließend wird für die Regionen eine Analyse des Status quo durchgeführt sowie auf die regionalen Stärken und Schwächen eingegangen. Dies geschieht durch die synthetische Anwendung des in der Szenarioliteratur als „annahmengestützt" bezeichneten Ansatzes (z.B. Auswertung bereits bestehender Prognosen sowie eingehende Analyse der institutionellen und politischen Rahmenbedingungen) und des „expertengestützten" Ansatzes, welcher in einem partizipativen Verfahren auch Stakeholder zu Wort kommen lässt. Das Produkt dieser Analyse ist ein erster Verbund an qualitativen sowie quantitativen Indikatoren zur Darstellung möglicher Zukunftsbilder, welche sodann den drei Klassen an Deskriptoren – der sozioökonomischen, der klimatologischen sowie der landnutzungsspezifischen Dimension – zugeordnet werden.

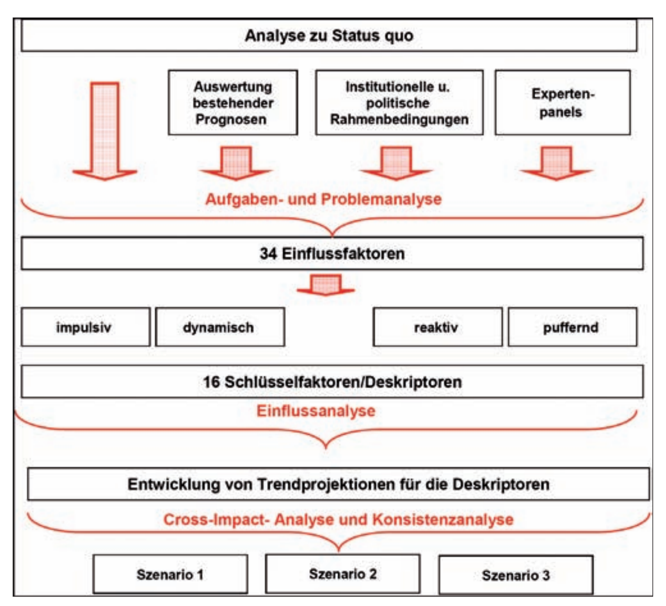


Abb. 1. Der Szenariobildungsprozess
Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

EINFLUSS-FAKTOR	A	B	C	D	E	F	…	HH	AKTIV-SUMME
A	X	3	1	1	0	0	…	1	39
B	2	X	3	2	0	2	…	2	35
C	2	3	X	1	2	2	…	3	38
D	1	1	2	X	1	1	…	1	28
E	1	1	2	2	X	1	…	1	47
F	0	0	2	0	1	X	…	2	45
…	…	…	…	…	…	…	X	…	…
HH	2	2	2	2	1	1	…	X	50
PASSIV-SUMME	47	49	45	35	47	40	…		1320

Abb. 2: Einflussmatrix
Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

In der darauf folgenden Phase – der ***Einflussanalyse*** – wird auf Basis der vorangegangenen Analyse versucht, die treibenden Variablen für die zukünftige Entwicklung der Region zu ermitteln. Ziel ist es, die externen, nicht beeinflussbaren, globalen sowie die internen, durch die Regionen selbst steuerbaren Schlüsselfaktoren zu identifizieren. Im Rahmen dieser Arbeit wird implizit ein kausaler Zusammenhang zwischen den einzelnen Einflussfaktoren angenommen. Diese direkten Wechselbeziehungen der Variablen werden mit Hilfe einer Vernetzungsmatrix, der so genannten Einflussmatrix oder Cross-Impact-Matrix, untersucht. Darin werden die Indikatoren paarweise auf einer vierstufigen Skala [0 bis 3] bewertet, wobei die Vergabe einer Null von keiner Wirkung des Faktors A auf B ausgeht, die Bewertungsstufe 3 hingegen einen sehr starken Einfluss beschreibt. Abb. 2 stellt einen Ausschnitt einer beispielhaften Cross-Impact-Matrix dar.

Als ein erstes Auswahlkriterium für die Schlüsselfaktoren aus dem ersten, größeren Verbund an Einflussvariablen können folgende Maßzahlen aus der Einflussmatrix generiert werden (Kirschner et al. 2007).

- Die **Aktivsumme** (AS) wird durch die Zeilensumme eines Einflussfaktors gebildet und spiegelt dessen Einflussstärke auf alle anderen Systemgrößen im Gesamtsystem wider. Eine hohe Aktivsumme deutet auf einen weit reichenden Einfluss eines Faktors auf das gesamte System hin.

- Die **Passivsumme** (PS) errechnet sich aus der Spaltensumme eines Einflussfaktors und ist ein Maß für die Abhängigkeitsintensität des jeweiligen Faktors vom restlichen System. Eine hohe Passivsumme steht für ein hohes Maß an Abhängigkeit eines Faktors von der Entwicklung des gesamten Systems.
- Der **Dynamikindex** wird durch die Multiplikation von Aktiv- und Passivsumme erstellt und misst den Grad der Vernetzung eines Einflussfaktors mit dem Gesamtsystem.
- Der **Impulsindex** ergibt sich aus der Division der Aktivsumme durch die Passivsumme und misst die Stärke der Aktivsumme in Relation zur Passivsumme.

Auf Grundlage dieser Maßzahlen können die Einflussfaktoren folgenden fünf Gruppen zugeteilt werden (Prettenthaler, Höhenberger 2007):

- **Impulsive Einflussfaktoren** haben hohe Aktiv- und geringe Passivsummen sowie einen hohen Impulsindex. Sie haben einen großen Einfluss auf die weitere Entwicklung aller anderen Systemvariablen und sind deshalb besonders geeignet als Ansatzpunkt für lenkende Eingriffe.
- **Dynamische Einflussfaktoren** weisen sowohl hohe Aktiv- als auch Passivsummen auf und verfügen somit auch über einen überdurchschnittlich hohen Dynamikindex. Aufgrund des hohen Vernetzungsgrades und der damit verbundenen Wechselwirkungen und Rückkoppelungseffekten gelten sie auch als kritische Faktoren, an welchen nur mit Bedacht gedreht werden sollte.
- **Puffernde Einflussfaktoren** verfügen über geringe Aktiv- und Passivsummen und sind dadurch nicht stark im Gesamtsystem verankert. Sie spielen bei der weiteren Analyse keine wesentliche Rolle.
- **Reaktive Einflussfaktoren** dienen oft als Indikator für die Weiterentwicklung eines Systems, da sie aufgrund ihrer hohen Passivsummen, einem starken Einfluss von den impulsiven und dynamischen Faktoren unterliegen.
- **Neutrale Einflussfaktoren** weisen sowohl durchschnittlich hohe Aktiv- als auch Passivsummen auf. Da sie auf der Schnittfläche der bisher beschriebenen Faktorgruppen liegen, kann über die Bedeutung dieser Variablen für die zukünftige Entwicklung des Systems a priori keine Aussage getroffen werden.

Die Auswahl der für die weitere Entwicklung des Gesamtsystems signifikantesten Faktoren erfolgt nun auf Basis der Auswertung der Maßzahlen für die einzelnen Einflussfaktoren. Von vorrangiger Bedeutung für die weitere Analyse sind jene Faktoren, denen im Zuge der Einflussanalyse die höchste Bedeutung im System zugeordnet werden konnte. Dies spiegelt sich in hohen Werten für den Dynamikindex bzw. den Impulsindex wider. Diese so genannten kritischen Faktoren stellen in weiterer Folge unsere Schlüsselfaktoren bzw. -deskriptoren – wiederum eingeteilt in die drei zuvor erwähnten Deskriptorenklassen – für die bevorstehende Erstellung von Zukunftsszenarien für die beiden Regionen Rauris und Flattach dar (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Schlüsseldeskriptoren in drei Dimensionen. Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

Sozioökonomische Deskriptoren	Klimatologische Deskriptoren	Landnutzungsspezifische Deskriptoren
Entwicklung der Einwohnerzahl	Schönwetterlage im Sommer	Waldfläche
Beschäftigungsentwicklung im Tourismus	Natürlicher Schneereichtum im Winter	Technische Natureingriffe
Frauenerwerbsquote	Sommerliche Trockenheit	Bebaute Fläche
Bildungsjahre der Wohnbevölkerung	Extreme Wetterereignisse im Winter	
Anzahl der beförderten Skifahrer pro Saison	Extreme Wetterereignisse im Sommer	
Nächtigungsanteil im Winter		
Nettodurschnittseinkommen		

Anschließend werden in der Phase der ***Deskriptorenanalyse*** für diese treibenden Faktoren der Zukunftsentwicklung in den beiden Regionen jeweils drei Projektionen – unter Berücksichtigung alternativer exogener Rahmenbedingungen – für die mögliche Entwicklung jedes Schlüsselfaktors erstellt und mit a priori Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichtet. Um die Hochwertigkeit eines Szenarios sicherzustellen, ist es mit der Darstellung der unterschiedlichen Entwicklungsendpunkte aus der Projektion eines Deskriptors noch nicht getan – vielmehr ist es notwendig, die einzelnen Entwicklungspfade der Schlüsselfaktoren genau zu beschreiben.

Da die Szenarienentwicklung bereits ab etwa zwölf Faktoren mit je drei unterschiedlichen Ausprägungen mit einem erheblichen Rechenaufwand und einer zu großen Zahl an möglichen Szenarien verbunden ist, wird mit Hilfe geeigneter statistischer Verfahren versucht, die wahrscheinlichsten Szenarien zu extrahieren. In dieser Phase der ***Szenarienkomposition und –interpretation*** wird etwa die Konsistenzanalyse eingesetzt, um alle Szenarien, die auf inkonsistenten Deskriptorenausprägungen beruhen, zu eliminieren. Im vorliegenden Fall etwa, der Szenarienerstellung für die beiden Gemeinden Rauris und Flattach, wurden 2160 Einzelkonsistenzanalysen dieser Projektionen durchgeführt. Eine anschließende Sensitivitätsanalyse testet die Robustheit der Szenarien und eine Plausibilitätsanalyse erklärt zusätzlich, wie hoch die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Bündeln an Faktorprojektionen ist. Auf Basis dieser umfangreichen Analysen und der zuvor vergebenen a priori-Eintrittswahrscheinlichkeiten werden schlussendlich die drei konsistentesten bzw. wahrscheinlichsten Zukunftsbilder für die Regionen ermittelt (Prettenthaler, Höhenberger 2007).

Wie bereits erwähnt, galt bei der Erstellung der drei Zukunftsbilder für Rauris und Flattach dem Deskriptor „Europäisches Rahmenszenario“ besonderes Augenmerk, da dieser sich im Rahmen der zuvor erläuterten Analyse als der treibende Faktor herauskristallisierte. Die Entwicklung dieses Schlüsselfaktors soll nun im Folgenden kurz erläutert werden.

D1.2 Europäische Rahmenszenarien

Die Gewichtigkeit des Schlüsseldeskriptors „Europäisches Rahmenszenario“ beruht nicht nur darauf, dass die wirtschaftliche, soziale, kulturelle und politische Zukunft zweier kleiner österreichischer Landgemeinden maßgeblich von den auf europäischer Ebene stattfindenden Entwicklungen geprägt ist, sondern auch auf der Tatsache, dass sich die mittel- bis langfristig als sehr kritisch zu erachtenden Klimaszenarien bis in das Jahr 2025 kaum unterscheiden und somit von den Auswirkungen des Klimawandels her in der kurzen Frist einen noch relativ geringen Stellenwert als Kriterium zur Differenzierung regionaler Zukunftsbilder einnehmen. Dennoch wird in den in weiterer Folge entwickelten regionalen Zukunftsszenarien auf die sich mittel- bis langfristig verzweigenden Klimaszenarien eingegangen, um somit den Sachverhalt eines sich wandelnden klimatischen Systems zu stilisieren. Denn Faktum ist, obwohl gewisse klimatologische Veränderungen bereits durch die historisch verursachten anthropogenen Kohlenstoffemissionen und aufgrund der Trägheit des Klimasystems für die nächsten Jahrzehnte vorprogrammiert sind – egal welcher Weg bei der Reduktion des anthropogenen Treibhausgasausstoßes im Hinblick auf den Klimaschutz heute eingeschlagen wird –, werden sich diese heutigen Entscheidungen nach 2030 sehr wohl unterschiedlich gravierend auf das Klimasystem auswirken. Somit stellen die europäischen Rahmenszenarien als Konglomerat zahlreicher sozioökonomischer Faktoren, zu denen auch die unterschiedlichen möglichen Klimapolitiken der Union gehören, im vorliegenden Szenarienbildungsprozess für das Jahr 2030 den wichtigsten Deskriptor dar, ohne allerdings dabei auch die zukünftigen klimatologischen Veränderungen auf regionaler Eben außer Acht zu lassen.

Die drei in weiterer Folge dargestellten Europäischen Rahmenszenarien beruhen jeweils auf einer IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Szenarienfamilie und sind somit implizit mit einem Emissionsszenario verknüpft, wodurch zumindest die weitere Zukunft der beiden Regionen auch eindeutig mit auf den IPCC Szenarien aufbauenden regionalen Klimamodellläufen in Zusammenhang gebracht werden kann.

In dem im Jahr 2000 erschienenen Special Report on Emissions Scenarios (SRES) (IPCC, 2000) präsentiert das IPCC mehr als 40 verschiedene Emissionsszenarien, welche eine äußerst detaillierte Differenzierung der möglichen Entwicklungspfade resultierend aus ökonomischen, sozialen, technologischen und ökologischen Veränderungen im 21. Jahrhundert darstellen. Je nach Ausprägung der einzelnen Merkmale wurden die zahlreichen Szenarien in die vier bereits in Kapitel A6 eingeführten Szenarien-Hauptgruppen A1, A2, B1 und B2 unterteilt, wie Abb. 3 illustriert (Prettenthaler, Schinko 2007).

Die Szenarienfamilie A1 beschreibt eine Welt, die vordergründig auf rasches wirtschaftliches Wachstum ausgerichtet ist. Im Rahmen dieser Modellgeschichte kommt es zu einer Konvergenz der heutzutage als „arm“ bzw. „reich“ deklarierten Nationen. Die Weltbe-

völkerung wird sich im Jahr 2100 auf etwa sieben Milliarden Menschen einpendeln und Themen wie die internationale Mobilität von Arbeitskräften, Ideen und Technologien sind ein Schlüsselfaktor für die starke wirtschaftliche Performance in dieser Szenarienfamilie. Diese Gruppe A1 unterteilt sich ihrerseits wiederum in drei Subszenarien, welche jeweils durch eine unterschiedliche Ausprägung in der technologischen Entwicklung charakterisiert sind. Das in Kapitel A6 verwendete „Leitszenario A1B" geht dabei bei den Energieträgern von einem ausgewogenen Mix aus nachhaltigen und fossilen Quellen aus.

Die Szenarienfamilie A2 legt den Schwerpunkt auf regionale Autarkie und Bewahrung der nationalen Identität. Das globale Wirtschaftswachstum, welches starke regionale Unterschiede aufweist, fällt eher bescheiden aus. Die Kluft zwischen Industrie- und Entwicklungsländern kann nicht überwunden werden und technologische Innovationen finden aufgrund der Immobilität von Menschen, Ideen und Kapital kaum statt. Die Umlegung der A2-Entwicklung auf das Klima führt gegen Ende des 21. Jahrhunderts zu den stärksten Treibhausgasemissionen (vgl. Abb. 47 in Kapitel A) und damit zum stärksten globalen anthropogenen Klimawandel (vgl. Abb. 48 und 49 in Kapitel A).

Die Szenarienfamilien B1 sowie B2 beschreiben jeweils eine umweltbewusste, sich dem Nachhaltigkeitsprinzip verpflichtet fühlende Welt, in welcher ein Strukturwandel hin zu einer Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft stattfindet. Der gravierende Unterschied der beiden Modellgeschichten liegt in der stark internationalen Ausrichtung der Gruppe B1 sowie der verstärkt auf lokaler und regionaler Ebene agierenden Szenarienfamilie B2. In den B-Welten entwickeln sich die Treibhausgaspegel der Erdatmosphäre am moderatesten und erreichen gegen Ende des 21. Jahrhunderts eine Stabilisierung, allerdings auf beinahe dem doppelten Wert des „vorindustriellen Niveaus", weshalb auch in den B-Welten mit einem globalen Temperaturanstieg gerechnet werden muss.

Neben diesen vier globalen IPCC-SRES Zukunftsszenarien (IPCC 2000) wurden im Zuge zahlreicher anderer Szenarioprojekte ebenso unterschiedliche Entwicklungspfade etabliert. Diese Vielfalt an Projektionen bilden eine äußerst wichtige Ergänzung zu den IPCC Szenarien für die Erstellung der europäischen Rahmenszenarien. Vor allem deshalb, weil sich durch die Verknüpfung der globalen IPCC Szenarien mit Zukunftsprojektionen weniger breit gefasster geografischer Regionen (z.B. auf EU-Ebene) ein wichtiges Downscaling bewerkstelligen lässt, das ein weiteres Verlagern auf regionale Ebene – im Kontext der Regionen Rauris und Flattach – erleichtert. Dadurch wird dem

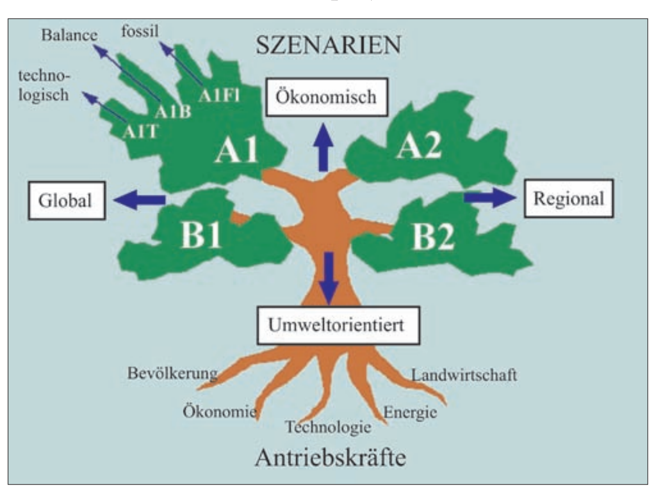


Abb. 3: Die Szenarienfamilie des IPCC. Quelle: IPCC (2000), mit freundlicher Genehmigung

Faktum einer sich im Generellen nicht homogen entwickelnden Welt Rechnung getragen. Im Folgenden wird ein kleiner, jedoch repräsentativer Auszug aus der rezenten Szenarienliteratur dargestellt (Prettenthaler, Schinko 2007):

- Eine breite Palette an Projektionsgrößen wertet eine Studie der *European Environment Agency* aus (EEA, 2006) und bietet demzufolge eine umfangreiche Szenariensammlung, welche von einem hochgradig globalisierten und diversifizierten Zukunftsbild mit stark ausgeprägtem Arm-Reich-Gefälle und klimawandelbedingten Krisen bis zu einer Zukunft mit einer sehr umweltbewussten Gesellschaft reicht.
- Ringland, 2004 geht in seinen Szenarien vor allem auf die unterschiedlichen Ausprägungen der Forschungsaktivitäten ein, die schlussendlich die Wirtschaftsstruktur und den Technologieeinsatz bestimmen. In dieser Szenariengruppe wird auch der Akzeptanz der Bevölkerung hinsichtlich der Etablierung neuer Technologien eine wesentliche Rolle zugesprochen.
- In zwei Studien des *Institute for Prospective Technological Studies* (IPTS, 2003a und 2003b) wird auf europäischer Ebene einerseits die Rolle der Informationstechnologien für die Entwicklung des Transportaufkommens sowie die Arbeitsteilung in der Produktion und andererseits die Auswirkung des Nachfrageverhaltens von Konsumenten auf die Gewichtung der einzelnen Wirtschaftssektoren sowie die möglichen Effizienzsteigerungen in den Produktionsprozessen betrachtet.
- Eine vom *International Centre for Integrative Studies* (ICIS, 2003) in Auftrag gegebene Studie unterscheidet die entwickelten Zukunftsszenarien vor allem anhand unterschiedlich stark eintretender klimawandelbedingter Phänomene und Katastrophen sowie deren Auswirkungen auf den sozialen, ökologischen und ökonomischen Handlungsspielraum der Menschheit.
- Komplementär zu der eben erwähnten Szenariengruppe entwickelten die *European Environment Agency* (EEA, 2005) sowie das E3M Lab (2005) langfristige Zukunftsszenarien für die Europäische Union, die sich eher den energiepolitischen Fragestellungen widmen. Diese beiden Arbeiten können je nach Ausprägung des zugrunde liegenden Energiesystems grob in fossil ausgerichtete, Nukleartechnologie basierte und überwiegend regenerativ ausgeprägte Szenarienfamilien zusammengeführt werden.
- Ein Modellierungsteam des *European Spatial Planning Observation Network* (2006) geht in seinen Szenarien primär auf die Alterspyramide innerhalb der EU ein und streift dabei auch das Thema Migration.
- Die Szenarienstudien des *Centrum für angewandte Politikforschung* (CAP, 2003) sowie des *National Intelligence Council* (2004) werden repräsentativ für politikwissenschaftliche Modellierungsversuche erwähnt und befassen sich überwiegend mit politischen Vorgängen auf Ebene der EU und im internationalen Konnex.

Im Zuge der Aufarbeitung dieser umfangreichen Literatursammlung kristallisierten sich drei repräsentative Rahmenszenarien für die weitere Entwicklung Europas heraus, welche sich im Allgemeinen an einzelnen IPCC-SRES Szenarienfamilien und im Speziellen an kleinräumigeren, regionalen Modellgeschichten orientieren. Um die Vergleichbarkeit der drei Zukunftsprojektionen zu gewährleisten, werden diese jeweils anhand derselben Schlüsselthemen, welche sich im Laufe der Literaturrecherche als am aussagekräftigsten erwiesen haben, erläutert. Abb. 4 illustriert, wie sich diese Schlüsselthemen für europäische Zukunftsprojektionen in die drei Dimensionen Mensch, Wirtschaft sowie Umwelt und Energie einteilen lassen.

	Die 3 Dimensionen der Szenarien		
	Mensch	Wirtschaft	Umwelt/Energie
Themengebiete	Demographische Entwicklung	Pro-Kopf-Einkommen	Treibhausgasemissionen
	Arbeitsmarkt	Wirtschaftswachstum	Energieverbrauchswachstum
	Bildungspolitik	Forschung & Entwicklung	Primärenergieträger
	Sozialstaat	Globalisierung	Mobilität – Infrastruktur/Verkehr
	Europäische Integration	Energieverbrauch in der Wirtschaft	Raumordnung
	Wertehaltung/Umweltbewusstsein	Wirtschaftsstruktur	

Abb. 4: Die drei Dimensionen der europäischen Rahmenszenarien. Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

Die Dimension Mensch gibt ihrerseits Aufschluss über Kernthemen wie die demographische Entwicklung, insbesondere über die Altersstruktur sowie auch die Rolle der Migration und die möglichen Entwicklungen am Arbeitsmarkt. Weiters werden die Schwerpunkte Bildungspolitik, Wertewandel der Gesellschaft und hier vor allem das Umweltbewusstsein der europäischen Bevölkerung, die Zukunft des Sozialstaates sowie das Thema europäische Integration behandelt. Im Kernbereich Wirtschaft werden die künftigen Tendenzen der wirtschaftlichen Entwicklung, der Globalisierung und des weltweiten Handels, des technologischen Fortschrittes sowie der Energieintensität eines zukünftigen Wirtschaftssystems beschrieben. Im Bereich Umwelt und Energie wird hauptsächlich auf die Kenngröße *Entwicklung der Treibhausgasemissionen* eingegangen, welche wiederum unweigerlich an Themen wie *Energieverbrauch und Ressourceneinsatz* auf der Energiebereitstellungsseite sowie auf der Anwendungsseite gekoppelt sind.

Anhand dieser dreidimensional strukturierten Kernthemengebiete wurden schlussendlich drei konsistente Zukunftsbilder für Europa entwickelt – *Zeitalter der Nachhaltigkeit, Triumph der Globalen Märkte* und *Kulturerbe Europa*, welche wiederum, wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erwähnt, als der prägendste Deskriptor „Europäisches Rahmenszenario" in die Szenarienentwicklung für die beiden Gemeinden Rauris und Flattach miteinbezogen wurden. Diese europäischen Modellgeschichten werden im nun folgenden Kapitel im Rahmen der Präsentation der drei regionalen Zukunftsprojektionen für die beiden Gemeinden vorgestellt. In diese Darstellungen werden wieder – wie schon in anderen Kapiteln des Buches – Zitate aus den von Anna Kirchengast geführten Interviews eingebaut.

D2 Die drei Zukunftsperspektiven im Detail[2]

Basierend auf dem im vorigen Kapitel erläuterten, umfangreichen Szenarioprozess, in welchem für die in der Einflussanalyse ermittelten 16 Schlüsselfaktoren jeweils drei Projektionen erstellt wurden und diese mit a priori-Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichteten Deskriptoren einer umfangreichen Konsistenzanalyse unterzogen wurden, konnten schließlich folgende drei wahrscheinlichste bzw. konsistenteste Zukunftsszenarien für die Regionen Rauris und Flattach extrahiert werden. Abb. 5, 6 und 7 illustrieren jeweils die konkreten Ausprägungen der 16 Deskriptoren, anhand derer sich schlussendlich die drei regionalen Modellgeschichten bilden lassen. Ebenfalls werden diese drei Szenarien mit Aussagen zu den gegenwärtig als Chancen bzw. Gefahren wahrgenommenen Entwicklungstendenzen der Region verknüpft. Diese Analyse basiert auf qualitativen Interviews mit der lokalen Bevölkerung, welche völlig unbeeinflusst von der Szenariengenerierung durchgeführt wurden. Außerdem wurden diese drei Zukunftsbilder nach deren Erstellung im April 2008 einer Gruppe von Bürgern, sowohl in Rauris (N=21) als auch in Flattach (N=17), zu einer kurzen schriftlichen Bewertung vorgelegt. Auch diese Ergebnisse werden in die folgenden Abschnitte einfließen (siehe Abbildungen 5, 6 und 7) .

D2.1 Authentischer Nachhaltigkeitsstandort

Das Europäische Rahmenszenario *Zeitalter der Nachhaltigkeit,* das die Voraussetzung dafür ist, dass die beiden Orte als authentische Nachhaltigkeitsstandorte prosperieren können, bettet sich in eine globale Zukunftsstruktur ein, welche schwerpunktmäßig durch die IPCC Szenarienfamilie B1 charakterisiert wird. Europa findet sich somit in einer sich rasch verändernden Welt – hin zu einer Informations- und Dienstleistungsgesellschaft – wieder, in der das Hauptaugenmerk auf Lösungen für soziale, wirtschaftliche und umweltgerechte Nachhaltigkeit gelegt wird. Maßgeblich geprägt ist dieses europäische Rahmenszenario durch die Umsetzung der Göteborgstrategie – die Entkoppelung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum in Verbindung mit der sozialen Kohäsion der europäischen Gesellschaft. Fundamental für diesen Erfolg ist eine dezidierte Förderung der Nutzung erneuerbarer Energieträger, eine Steigerung der Energieeffizienz von sämtlichen Energie Umwandlungs- bzw. Anwendungstechnologien und vor allem ein stark ausgeprägter Nachhaltigkeitsgedanke innerhalb der europäischen Bevölkerung. Dies manifestiert sich ebenfalls in einer ehrgeizigen europäischen Umwelt- und Klimapolitik, welche unter anderem durch den Ausbau des Emissionshandels die Internalisierung von externen Umwelteffekten der Wirtschaft ermöglicht. Bewusst wird dadurch ein etwas geringeres Wirtschaftswachstum als etwa im Zukunftsbild *Triumph der Globalen Märkte* in Kauf genommen. Aus der globalen

2 Intensiv an der Deskriptorenauswahl und der Projektionsentwicklung mitgewirkt haben im klimatologischen Bereich Ingeborg Auer und Reinhard Böhm sowie im Bereich Landnutzung Herwig Proske und Rainer Prüller, bei denen wir uns ebenso wie bei Nicole Höhenberger und Alexandra Kulmer für ihre Mitarbeit bei der Cross Impact-Analyse herzlich bedanken.

Wirtschaftskrise in den 2010er Jahren kann sich der europäische Wirtschaftsraum sogar gestärkt emporheben. Die Europäische Union hat den Zeitgeist richtig gedeutet und ihr Wirtschaftssystem ganz in Richtung Green Technologies ausgerichtet. Der europäische Wirtschaftsraum entwickelt sich somit in diesem Zukunftsmodell überaus positiv und die Europäische Union konnte die eigene Zielvorgabe, die Technologieführerschaft in der Umwelttechnikbranche zu erlangen, erfüllen. Diese Vorreiterrolle im weltweiten Handel mit nachhaltigen Technologien kann Europa dank einer Bildungsoffensive im technischen Hochschulsektor sowie durch die Fokussierung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben auf den Umwelttechnologiebereich einnehmen. Weiters verschafft sich dieser szenarioinhärente Nachhaltigkeitsgedanke durch eine europäische Verkehrspolitik Ausdruck, welche dem Ausbau der Schiene gegenüber der Straße Priorität gibt und dabei vor allem auch den Anschluss der peripheren Gebiete an das öffentliche Verkehrsnetz vorantreibt. Allerdings entsteht durch die intensive Nutzung regenerativer Energieträger in manchen Regionen Europas eine gewisse Flächen-Konkurrenz zwischen der Bioenergie- und Lebensmittelproduktion.

Authentischer Nachhaltigkeitsstandort

Durch die Einführung einer ehrgeizigen internationalen Umwelt- und Klimapolitik in den Nachwehen der schwerwiegenden Wirtschaftskrise zu Beginn des 21. Jahrhunderts gelingt es sowohl auf globaler als auch auf regionaler Ebene, das Wirtschaftswachstum vom Energieverbrauch zu entkoppeln. Die Nutzung erneuerbarer Energieträger und biologischer Rohstoffe in der Produktion wird forciert. Europa kann durch gezielte Investitionen in die Forschung und Entwicklung von Umwelttechnologien zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energieträgern sowie zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs die Technologieführerschaft in diesem kritischen Exportmarkt einnehmen. In der europäischen Verkehrspolitik wird dem Ausbau der Schiene gegenüber der Straße Priorität gegeben; vor allem wird dabei in die bessere Erreichbarkeit der Peripherien investiert. Sowohl Rauris als auch Flattach profitieren von dem stark ausgeprägten, globalen Nachhaltigkeitsgedanken in diesem Zukunftsszenario – der in Zaum gehaltene Klimawandel stellt kein Existenz gefährdendes Problem für den Skitourismus der beiden Regionen dar, es muss zwar beschneit werden, aber immerhin ist es dafür noch nicht zu warm. Ein bewusster Umgang mit den regionalen Ressourcen, die Senkung der Umweltbelastung und eine Reduktion des Individualverkehrs steigern die Lebensqualität in den beiden Gemeinden und wirken sich positiv auf deren Attraktivität als Wohn- und Urlaubsort aus.

Europäisches Rahmenszenario: Zeitalter der Nachhaltigkeit

Rauris als authentischer Nachhaltigkeitsstandort?

Die Gemeinde Rauris kann sich im Umfeld dieses europäischen Zukunftsbildes glaubhaft als nachhaltige Tourismusregion präsentieren und sich somit überaus gut entwickeln. Die

Rauriser Bevölkerung kommuniziert ihre ausgeprägte umweltbewusste Lebensweise über ihr nachhaltiges Konsum- und Mobilitätsverhalten sowie ihre große Akzeptanz gegenüber neuen ressourcen- und klimaschonenden Technologien nach außen. Im europäischen Zukunftsbild *Zeitalter der Nachhaltigkeit* kommt es zu einer massiven Änderung der (energie-) wirtschaftlichen Rahmenbedingungen – Europa setzt zunehmend auf erneuerbare Energien und nachhaltiges Wirtschaften wird propagiert. Weitere technische Natureingriffe – die sich allerdings selbstverständlich im Rahmen der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit bewegen – lassen somit auch in Rauris nicht lange auf sich warten. Neue Kleinwasserkraftwerke werden gebaut und immer mehr Landflächen werden auf den Anbau von Bioenergiepflanzen umgestellt, welche trotz der steigenden sommerlichen Trockenheit gut gedeihen. Damit einher geht allerdings auch eine Abnahme der Waldfläche, welche zusätzlich durch eine Revitalisierung bereits stillgelegter Almen – jetzt jedoch erfolgreich als Bioalmenland vermarktet – verstärkt wird.

Pro Biolandwirtschaft

Interviewerin: „*Was macht es so lebenswert in Rauris, was ist reizvoll?*“

70jähriger Rauriser: „*Schon der Tourismus, die Landwirtschaft. Es gibt auch gute landwirtschaftliche Betriebe da!*“

Kirchengast 2007, S. 112

Vor allem der Tourismussektor profitiert von den positiven klimatologischen „post-2030-Entwicklungen“ in dieser Modellgeschichte. Da durch die Einführung strikter klimapolitischer Mechanismen auf globaler Ebene das von zahlreichen Experten angestrebte Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf +2C° zu begrenzen (IPCC, 2007, bzw. Abb.48 in Kapitel A dieses Buches), erreicht werden kann, bleiben viele gravierende klimatische Veränderungen weitgehend aus. Die Befunde aus den Analysen der regionalen Klimareihen lassen darauf schließen, dass in solch einem „Low-Climate-Change“ Szenario auch die Anzahl und Intensität der Extremwetterereignisse sowohl im Sommer als auch im Winter nicht zunehmen werden und der natürliche Schneereichtum, vor allem aber die Beschneibarkeit, eher als gegeben angesehen werden kann. Rauris bleibt nach wie vor eine beliebte Wintersportregion und auch im Sommer wird die Region aufgrund einer Abnahme von extremen Niederschlägen bei abnehmenden Gesamtniederschlägen in Begleitung

Pro Nationalpark:

Interviewerin: „*Ein Teil von Rauris gehört zum Nationalpark (…) Wie passt das in den derzeitigen Tourismus oder überhaupt zu Rauris dazu?*“

25jährige Rauriserin: „*Das ist Rauris. Also, wir sagen jetzt nicht, ein Teil von Rauris ist im Nationalpark, Rauris ist Nationalpark!*“

Mutter der 25Jährigen: „*Sanfter Tourismus. (…) Konzentration auf das Standbein.*“

Kirchengast 2007b, S. 72

von zunehmenden Schönwetterlagen stetig attraktiver. Diese touristische Attraktivität der Region schlägt sich in steigenden Nächtigungszahlen sowohl im Sommer als auch im Winter nieder, wobei jedoch der Wintertourismus den relativ höheren Zuwachs verzeichnen kann – Rauris kann vor allem durch attraktive Zusatzangebote wie z.B. im Qualitätstourismus gegenüber anderen österreichischen Skiressorts punkten. Außerdem kann das geschützte Nationalpark-Gebiet ausgeweitet werden und die Region wird zum Ziel vieler ökologisch nachhaltig Reisender.

Basierend auf diesem Boom der Tourismusbranche unterliegt in Folge dessen auch der Deskriptor Beschäftigungsentwicklung im Tourismus einem positiven Trend. Vor allem wird in der Region Rauris in diesem Szenario auch dezidiert darauf geachtet, die Frauenerwerbsquote dem österreichischen Durchschnitt anzunähern, und somit werden gezielt auch qualitativ hochwertige Jobs für Frauen im Tourismussektor geschaffen. Der prosperierende Tourismussektor veranlasst auch ein Steigen des Nettodurchschnittseinkommens in dieser Branche und im Konglomerat mit zunehmenden Infrastrukturinvestitionen wird die Region aufgrund der zunehmenden allgemeinen Lebensqualität auch immer mehr als Wohnort bzw. Nebenwohnsitz für Personen in Hochlohnsektoren beliebt. Somit nimmt die Einwohnerzahl – vor allem die der Übervierzigjährigen – der Gemeinde Rauris in diesem regionalen Zukunftsbild zu.

Gefahr: Vernachlässigung der Jugend

15jähriger Rauriser: „*Für Jugendliche ist halt nicht so viel da. (…) Ich finde Rauris ist für Jugendliche sehr konservativ. Wir haben kein Jugendtreff und nix, nur ein paar Lokale, aber die müssten auch schon ein bisschen renoviert werden. (…) Mir kommt vor, sie bauen lieber ein paar Wanderwege mehr.*“

Interviewerin: „*Und ein Wanderweg ist nicht so interessant?*“

15jähriger Rauriser (lacht): „*Nein, da gibt es eh schon genug!*“

Kirchengast 2007, S. 100

Dieser Bevölkerungszuwachs sowie der Trend zu immer mehr Einfamilienhäusern und der weitere Zubau touristischer Betriebe, jeweils verbunden mit den notwendigen Infrastruktur-Investitionen, manifestiert sich vor allem in den Haupttälern in einer Zunahme der bebauten Flächen.

Flattach als authentischer Nachhaltigkeitsstandort?

Auch der Kärntner Region Flattach ist es im Umfeld des Europäischen Zukunftsbildes *Zeitalter der Nachhaltigkeit* möglich, sich positiv zu entwickeln. Ebenso wie zuvor für Rauris basiert dies vor allem auf einem außerordentlich guten Abschneiden des Tourismussektors in Verbindung mit einem authentischen nachhaltigen Auftreten. Ganz in diesem Sinne basiert die wirtschaftliche Prosperität der Region im Allgemeinen auf dem starken Wachstumspotential im Tourismus und hier im Speziellen auf dem stark an Bedeutung gewinnenden Wander- und Sommertourismus. Das Nettolohneinkommen kann somit auch in der Region

Flattach in diesem nachhaltigen Zukunftsszenario ansteigen – basierend auf dem höheren Einkommen im nunmehr hochqualitativ ausgerichteten Tourismussektor, aber auch auf der steigenden Anzahl gut verdienender neu zugezogener FlattacherInnen. Als besonderer Gag hat sich die Werbelinie „erstes CO_2-neutrales, ganzjähriges Gletscherschigebiet der Welt“ erwiesen, der auch der Großwasserkraft vor Ort ein besseres Image verschafft hat.

Pro Wander- und Sommertourismus

40jähriger Flattacher: „*Ich denke halt nur, man könnte sicherlich im Sommer viel mehr machen. Also man sollte sich nicht nur auf den Winter spezialisieren, weil man einen Gletscher am Ort hat, wo man bis in den Sommer hinein Skifahren kann, wenn man Lust und Laune hat. Sondern es gibt viele Leute, die speziell im Sommer ganz gern in die Berge fahren, um der ganz großen Hitze zu entgehen, wegen der Kühle der Berge. (…) man muss nach außen mehr Werbung machen, vielleicht speziell leichtere Wanderwege, es gibt sehr viel, was man hier machen kann, aber vielleicht eben auch speziell für Familien, wo leichtere Wanderwege möglich sind und nicht nur die Raggaschlucht, die eine echte Attraktion hier am Ort ist.*“

Kirchengast 2007, S. 22

Ein nicht unwesentlicher Anteil an dem steigenden Nettodurchschnittseinkommen der Bevölkerung geht auf den Landwirtschaftssektor zurück, der sich im Bereich der Direktvermarktung von Lebensmitteln in den lokal belieferten „Regional Food Stores“ ein höheres Einkommen sichern kann. Dieses Angebot wird von der äußerst bewusst und nachhaltig konsumierenden Flattacher Gemeinde bereitwillig angenommen. In diesem Szenario kann Flattach ein Einwohnerplus verzeichnen. Wie bereits erwähnt, wird die Region als Wohnort immer attraktiver, und da sich nun auch viele junge Familien hier ansiedeln, ist die Geburtenrate im Vergleich zu strukturähnlichen österreichischen Gemeinden relativ hoch. Auch die Abwanderung aus der Region hält sich im *Authentischen Nachhaltigkeitsstandort* in Grenzen, obwohl die Anzahl der Bildungsjahre der Bevölkerung im gleichen Atemzug zurückgeht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in Flattach kaum Arbeitsplätze für hochqualifizierte Arbeitskräfte geschaffen werden können – das Hauptaugenmerk liegt nach wie vor auf dem Tourismus. Hier ergeben sich allerdings zahlreiche neue Beschäftigungsmöglichkeiten für die äußerst naturbewusste und sportliche Flattacher Jugend: Viele lassen sich zum Mountainbike- oder Ski-Guide ausbilden und es wird in der Region auch bewusst Marketing für das umfangreiche Angebot an Extremsportarten gemacht. Einzig in der Gender-Frage kann sich die Region Flattach nicht sonderlich modern präsentieren: Immer noch nimmt die weibliche Bevölkerung Flattachs ein eher traditionelles Rollenbild ein und somit befinden sich die meisten Bürgerinnen in einem informellen Anstellungsverhältnis, ein Sinken des Schlüsselfaktors Frauenerwerbsquote ist die Folge.

Durch die von der EU intensiv propagierte Erschließung erneuerbarer Energieträger sowie einen Ausbau der touristischen, aber auch der für die Nutzung schwieriger zugänglicher Biomasse notwendigen Erweiterung der forstwirtschaftlichen Infrastruktur kommt es zu einer Zunahme an technischen Natureingriffen in der Region. Selbstverständlich hält auch die nachhaltig agierende Gemeinde Flattach sämtliche Umweltstandards bei diesen

Bauvorhaben ein und versucht zum Beispiel auch beim weiteren Ausbau der Kleinwasserkraft eine Vorreiterrolle im Bereich der ökologischen und sozial nachhaltigen Errichtung von Kraftwerken einzunehmen.

Kontra Nationalpark

Interviewerin: „*Gibt es Leute, die sagen: ‚Es wäre toll, wenn wir auch zum Nationalpark gehören würden'?*"

18jähriger Flattacher: „*Nein, ich glaube nicht. Ich glaube, das brauchen wir nicht. Ich finde, rundherum ist Nationalpark. Da kann man auch nach Mallnitz fahren. Dass nicht alles da ist auf einmal, das passt schon so!*"

Kirchengast 2007, S. 46

Dennoch wird das Nationalparkgebiet nicht auf die Gemeinde Flattach ausgeweitet, da dieses Vorhaben nicht die nötige Resonanz in der Bevölkerung – hauptsächlich bei den jungen FlattacherInnen – findet. Durch die verstärkte Nutzung der Flächen für den Anbau von Energiepflanzen und die intensive touristische Nutzung haben die Waldflächen abgenommen, während gleichzeitig die bebauten Flächen zugenommen haben.

Extreme klimawandelbedingte „Post-2030-Wetterereignisse" bleiben sowohl im Sommer als auch im Winter aus und auch eine Verschiebung regionaler Klimazonen tritt in diesem nachhaltigen Zukunftsbild der Region Flattach nicht ein. Trotz – bzw. vielmehr gerade aufgrund – der leicht steigenden Tendenz bei den Wintertemperaturen kann der natürliche Schneereichtum am Gletscher in Zukunft noch als gegeben angenommen werden bzw. sogar noch zunehmen. Für höher gelegene Gebiete gilt nämlich der Effekt, dass wärmere Luft mehr Feuchtigkeit transportieren kann und somit mehr Schneeniederschlag möglich ist. Das hoch gelegene Skigebiet Flattachs profitiert von diesem physikalischen Grundprinzip und kann durch den schneesicheren Gletscherskilauf im Winter und im Sommer ein nicht zu verachtendes Nächtigungsplus vorweisen. Aber auch im Sommer wirken die zunehmenden Schönwetterlagen verbunden mit abnehmenden Niederschlägen anziehend für Wanderer und Erholungssuchende.

Vergleich der Regionen

Die gravierendsten Unterschiede der sich im Zukunftsszenario *Authentischer Nachhaltigkeitsstandort* relativ ähnlich entwickelnden Gemeinden Rauris und Flattach finden sich in den sozialen und gesellschaftlichen Strukturen wieder. Während sich Rauris in allen Belangen zu einer sehr weltoffenen und modernen Region entwickeln kann, ist dieser Effekt nicht ganzheitlich auf Flattach übertragbar. In dieser Gemeinde herrschen nach wie vor eher traditionelle Sichtweisen, was vor allem die Rolle der Frau innerhalb der Gesellschaft betrifft. Dafür ist Flattach viel stärker als Familienort – zu erkennen an der hohen Geburtenrate – identifizierbar. Dennoch gab jeweils ein Großteil der nach dem persönlich favorisierten Zukunftsszenario für die beiden Regionen befragten FlattacherInnen und RauriserInnen dieses Zukunftsbild „Authentischer Nachhaltigkeitsstandort" als das ihnen persönlich

Tab. 2. Projektionen der Deskriptoren im Szenario Authentischer Nachhaltigkeitsstandort
Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

Deskriptor	Rauris			Flattach		
	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK
Entwicklung der Einwohnerzahlen	0,20	↗	0,72	0,10	↗	0,77
Frauenerwerbsquote	0,40	↗	0,72	0,50	→	0,19
Beschäftigungsentwicklung im Tourismus	0,50	↗	0,72	0,50	↗	0,81
Nettodurchschnittseinkommen	0,40	↗	0,72	0,30	↗	0,81
Anzahl der beförderten SkifahrerInnen pro Saison	0,20	↗	0,72	0,60	↗	0,52
Nächtigungsanteil im Winter	0,30	↗	0,72	0,40	↗	0,78
Bildungsjahre der Wohnbevölkerung	0,60	↗	0,72	0,60	↘	0,20
Natürlicher Schneereichtum im Winter	0,10	↗	0,59	0,20	↗	0,78
Schönwetterlage im Sommer	0,50	↗	0,66	0,50	↗	0,85
Extreme Wetterereignisse im Sommer	0,20	↘	0,74	0,30	↘	0,86
Extreme Wetterereignisse im Winter	0,80	→	0,71	0,80	→	0,78
Sommerliche Trockenheit	0,30	↗	0,68	0,30	↗	0,71
Waldfläche	0,10	↘	0,70	0,10	↘	0,79
Technische Natureingriffe	0,60	↗	0,69	0,70	↗	0,78
Bebaute Fläche	0,70	↗	0,72	0,80	↗	0,80

wünschenswerteste an (vgl. Abb. 5). Allerdings soll an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass dieses nachhaltige Zukunftsbild als einziges keine Gegenstimme bei der Befragung in der Gemeinde Flattach erhalten hat (vgl. Abb. 6) und dass niemand in Rauris dieses als das wahrscheinlichste Zukunftsbild erachtet (vgl. Abb. 7).

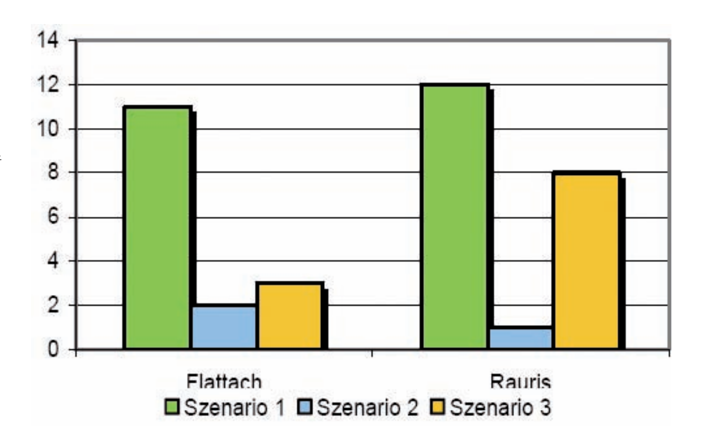


Abb. 5: Welches Szenario wäre Ihnen persönlich das Liebste?

Quelle: Befragung nach Szenarienpräsentation,

Szenario 1: Zeitalter der Nachhaltigkeit (Authentischer Nachhaltigkeitsstandort),

Szenario 2: Triumph der Globalen Märkte (Seitengang des globalen Supermarktes),

Szenario 3: Kulturerbe Europa (Kulturhabitat) Eigene Darstellung, JR-InTeReg

D 2.2 Seitengang des globalen Supermarktes

> *Seitengang des globalen Supermarktes*
>
> Die weltweite Liberalisierung und Deregulierung der Märkte setzt sich auch nach der überstandenen Wirtschafts- und Finanzkrise in den 2010er Jahren weiter fort – der freie Wettbewerb ist oberstes Dogma des Welthandels. Die Institutionen der Europäischen Union beschränken sich auf die Unterstützung wirtschaftlicher Interessen und die Leistungen des Sozialstaates werden weitgehend reduziert. Europa weist in dieser Zukunftsgeschichte aufgrund der hohen Wettbewerbsfähigkeit im Hochtechnologiebereich hohe Wirtschaftswachstumsraten auf und kann sich auch weiterhin gegen die starke asiatische Konkurrenz behaupten. Diese wirtschaftliche Prosperität ist allerdings sowohl innerhalb Europas als auch auf regionaler Ebene sehr heterogen verteilt – durch die kaum vorhandenen Anstrengungen zur Anbindung peripherer Gebiete an urbane Zentren profitieren städtische Region überproportional stark vom großen Wirtschaftswachstum. Die Vernachlässigung von Nachhaltigkeit führt zu stärker werdenden Umweltproblemen und einer Beschleunigung der klimatologischen Veränderungen, von denen auch die beiden Gemeinden Rauris und Flattach nicht verschont bleiben. Der für die beiden Wintertourismus-Orte so wichtige natürliche Schneereichtum kann kaum noch als gegeben angenommen werden – Flattach hat zwar den Vorteil des hochgelegenen Gletschergebiets, muss aber auf immer kostenintensivere Beschneiungsvolumina zurückgreifen. Beide Regionen kämpfen damit, sich Alternativen für die Aufrechterhaltung wirtschaftlicher Prosperität überlegen zu müssen weil Transfers zurückgehen.

Europäisches Rahmenszenario: Triumph der Globalen Märkte

Die umfassendste und schwerwiegendste Wirtschaftskrise seit den 1930er Jahren kann am Ende des ersten Jahrzehnts des 21. Jahrhunderts mit großen Anstrengungen und hohem öffentlichen Mitteleinsatz überwunden werden. Dennoch findet sowohl auf europäischer Ebene als auch global kein grundlegender Wertewandel in diesem Zukunftsbild statt. Die Befürwortung einer beständigen Ausweitung des Welthandels als Hauptwachstumsmotor ist weiterhin unumstritten, was sich in einer fortlaufenden Liberalisierung und Deregulierung der Märkte manifestiert. Das Rahmenszenario *Triumph der Globalen Märkt*e ist konsistent mit der IPCC-SRES Szenarienfamilie A1. Die Entwicklung des Treibhausgasgehalts der Erdatmosphäre ist für den „Ast" A1B (ausgeglichenes Verhältnis zwischen fossilen und nachhaltigen Energiequellen) in Abb. 47 des Kapitels A dargestellt. Europa findet sich somit in einer nach der überwundenen Wirtschaftskrise erneut wirtschaftlich prosperierenden Welt wieder, in welcher zwar ein rascher technologischer Fortschritt vonstattengeht, Umwelt- und Klimathemen aber dennoch nur eine untergeordnete Rolle spielen. Eine Entkoppelung des Ressourcenverbrauchs vom starken Wirtschaftswachstum, wie es in der Modellgeschichte *Zeitalter der Nachhaltigkeit* erreicht werden kann, findet in dieser Modellgeschichte nicht statt. Aufgrund des Scheiterns verbindlicher internationaler Reduktionsziele werden umweltscho-

nendes Wirtschaften sowie nachhaltiger Konsum vernachlässigt. Die Institutionen der Europäischen Union beschränken sich auf die Unterstützung der wirtschaftlichen Interessen, durch eine Fokussierung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben auf den Hochtechnologiesektor kann sich Europa Wettbewerbsvorteile gegenüber den Konkurrenten aus Asien sichern. Vom hohen Wirtschaftswachstum in Europa profitieren allerdings hauptsächlich die urbanen Regionen, die peripheren Gebiete bleiben aufgrund ihrer schlechten Erreichbarkeit außen vor. Auch vor den Leistungen des Sozialstaates – welche nahezu unisono eliminiert werden – macht die voranschreitende Liberalisierungswelle nicht halt, nicht zuletzt wegen der durch die Krisenprogramme aus dem Ruder gelaufenen öffentlichen Haushalte. Dies geschieht allerdings nicht ohne Zustimmung der von der Gewinn- und Leistungsmaxime geleiteten Gesellschaft – sie ist nicht bereit, eine weitere Kohäsion der europäischen Bevölkerung politisch oder finanziell zu unterstützen. Das Sinken der Arbeitslosenzahl ist somit einerseits auf die massive Kürzung der Arbeitslosenunterstützung – wodurch das Phänomen der „Working Poor" nach den USA nun auch in Europa häufiger auftritt – zurückzuführen, andererseits ist aber auch die steigende Arbeitskräftemobilität ausschlaggebend. Die Liberalisierung der Märkte greift auch auf den gemeinsamen europäischen Agrarsektor über, wodurch die Förderungen des Agrarsektors stark abnehmen.

Rauris als Seitengang des globalen Supermarktes?

Rauris sieht sich mit einer äußerst schwierigen Situation im Zukunftsszenario *Seitengang des globalen Supermarktes* konfrontiert. Die Region hat mit sehr angespannten klimatologischen Rahmenbedingungen zu kämpfen, welche auf die zunehmenden klimawandelbedingten Extremwetterereignisse – sowohl im Sommer als auch im Winter – und auf die generelle Verschiebung der Klimazonen zurückzuführen sind. Diese unvorteilhaften Rahmenbedingungen drücken sich in den klimatologischen Deskriptoren dieses Szenarios aus. Der natürliche Schneereichtum ist aufgrund steigender Wintertemperaturen nicht mehr gesichert – der Schneeanteil der winterlichen Niederschläge sinkt und auch ein stärkeres und auch früher einsetzendes Abtauen des künstlich unter steigendem Kostenaufwand erzeugten Schnees ist erkennbar. Diese Entwicklungen wirken sich negativ auf die touristische Attraktivität der Skiregion Rauris aus. Der Schlüsselfaktor *beförderte SkifahrerInnen pro Saison* unterliegt somit einem stark negativen Trend. Dadurch entsteht auch eine negative Rückkoppelung auf den Arbeitsmarkt – die Beschäftigungsentwicklung im Wintertourismussektor stagniert bzw. ist sogar leicht negativ. Auffällig ist auch eine Verschiebung der Beschäftigungsstruktur in der Tourismusbranche – aufgrund steigenden Kostendrucks und geringerer Auslastung der Betriebe wird Teilzeitarbeit immer attraktiver. Den einzigen Lichtblick der Wintertourismusbranche verkörpert die schon knapp bevorstehende Erschließung des Gletschergebietes im Rauriser Talschluss.

Pro Erschließung Gletschergebiet

Eine 65jährige befragte Rauriserin plädiert für die Verwirklichung der bereits seit Jahrzehnten bestehenden Pläne für ein Skigebiet in Kolm-Saigurn im Rauriser Talschluss bzw. eine Verbindung zu den Skigebieten im Gasteiner Tal und dem „Mölltaler Gletscher":

„*Was da drinnen noch in Kolm wäre, da beim Stanz, da erwischt es einen Wald, ein Almgebiet, nicht so schlimm. (…) Und da drinnen haben wir Schnee en masse. Unser Tal stirbt und ich bin todunglücklich. Das Stückl, was wir da ‚aufi' brauchen. Wir sind das größte und längste Seitental vom Land Salzburg, also das täte ihm doch überhaupt nichts. Und wenn sie etwas brauchen für den Nationalpark – wir haben ein Krumltal, wo du nichts erschließen kannst, wir haben ein Seidlwinkeltal, wir haben ein Forsterbachtal, überall…*!"

Kirchengast 2007, S. 91

Da im regionalen Zukunftsbild *Seitengang des globalen Supermarktes* der Nachhaltigkeitsgedanke in der Bevölkerung keineswegs so stark ausgeprägt ist wie in der Modellgeschichte *Authentischer Nachhaltigkeitsstandort*, wird trotz zahlreicher Gegenstimmen einem Skigebiet im Nationalparkgebiet Kolm Saigurn nichts mehr im Wege stehen.

Kontra Gletscherschließung

Interviewerin: „*Gletschererschließung, ist das etwas, was diskutiert wird im Ort?*"

30jähriger Rauriser: „*Es wird nach wie vor diskutiert, weil einfach, wenn ein schlechter Winter ist, wenn zu Weihnachten kein Schnee ist, dann wird sicher diskutiert über ein Gletscherskigebiet (…). Ist sicher eine schwierige Sache. Rauris ist ein richtiges Föhntal – ist auch vom Wind her irrsinnig belastet (…). Deswegen, glaube ich, ist das irrsinnig schwierig, weil wenn es der Wind nicht zulässt (…). Oder dass man oft gar nicht ‚eini' kommt, wenn es vom Schnee, von den Lawinen her nicht möglich ist (…) die Investition da drinnen [am Talschluss in Kolm Saigurn, Anm. A.K.] ist schwierig. (…) also was ich gehört habe, hat man anscheinend sowieso keine Möglichkeit, im Nationalpark so was zumachen. Für Rauris glaube ich nicht so richtig, dass das das ist, was uns nach vorne bringt. (…) es sind auch über zehn Kilometer, was man da ‚eini' fahren muss, dass man da ‚aufi' kommt ins Gletschergebiet. Bin ich nicht so recht überzeugt. Weil der Skifahrer gleich irgendwo hinfahren will, wo er gleich zu Fuß zu den Liften hingehen kann (…).*"

Kirchengast 2007, S. 105

Durch die gestiegenen sommerlichen Lufttemperaturen und die häufigeren Schönwetterlagen konnte zwar der Sommertourismus profitieren, dennoch waren die Nächtigungen insgesamt rückläufig. Diese im Allgemeinen eher negativen Entwicklungen der Tourismussparte – vor allem der Einbruch des Wintertourismus und die Umstrukturierung hin zu mehr Teilzeitjobs –, spiegeln sich sodann auch in einem abnehmenden Nettodurchschnittseinkommen der Region Rauris wider. Weiters drückt sich diese schwierige Situation

im Tourismus in der abnehmenden Einwohnerzahl der Gemeinde aus. Dieser Effekt wird verstärkt durch eine starke Anziehungskraft urbaner Zentren – hauptsächlich für die hochgebildete Bevölkerungsschicht – sowie durch abnehmende Geburtenzahlen.

Gefahr: Wenig regionale Arbeitsplätze; Pendeln führt zu Verarmung des Ortslebens

60jähriger Rauriser: „*(…) dass Rauris teilweise nur mehr Schlafgemeinde ist für viele, die kommen nur noch zum Schlafen her und unter der Woche sind sie in Salzburg oder in Schwarzach oder in St. Johann oder auch in Deutschland, in der Arbeit. (…)*".

Interviewerin: „*Hat es früher mehr Beschäftigungsmöglichkeiten gegeben?*"

60jähriger Rauriser: „*Die Gewerbebetriebe sind zurückgegangen. Es waren früher zwei Bäcker da, Einheimische. (…) Oder es hat früher zwei Metzger gegeben, es gibt keine einheimischen Metzger mehr. Es hat früher drei oder vier Tischler gegeben, es ist heute noch mit Ach und Krach einer da und auch Bereiche wie Baumeister – ist zwar noch da, auch Zimmermeister, aber die Anzahl der Beschäftigten war früher viel, viel größer (…).*"

Kirchengast 2007, S. 108

Darüber hinaus unterliegt die Frauenerwerbsquote in Rauris im Szenario *Seitengang des globalen Supermarktes* einem negativen Entwicklungstrend. Die traditionell großteils im Haushalt tätigen Rauriserinnen hatten im Angesicht der schlechten europäischen Konjunkturlage nach der Wirtschaftskrise der 2010er Jahre eine denkbar schlechte Ausgangslage für den Umstieg in ein formelles Anstellungsverhältnis, vor allem auch in Anbetracht der schlechten Situation im Tourismussektor, welcher aus Erfahrung besonders prädestiniert für die Schaffung von Arbeitsplätzen für Frauen wäre. Dieser nahezu als wirtschaftlicher Stillstand zu bezeichnende Zustand der Region Rauris führt sodann auch dazu, den bereits seit einigen Jahrzehnten stillgelegten Goldbergbau mithilfe neuer Abbaumethoden zu revitalisieren.

Gefahr: Umweltschädliche Abbaumethoden internationaler Bergbaufirmen

Interviewerin: „*Was haben Sie mit dem Goldbergbau sagen wollen, dass sie wieder abbauen könnten?*"

80jährige Rauriserin: „*Eben mit Zyanid.(…). Das haben sie eh schon einmal wollen und das haben sie in Rauris nicht zugelassen, aber in Amerika hätten sie das gern getan. Haben sie gesagt. Da ist ganz Rauris vergiftet!*"

Interviewerin: „*Wenn da was passiert und das kommt ins Grundwasser…*"

80jährige Rauriserin: „*Damals haben sie es abgeblasen und jetzt fangen sie wieder an mit dem. Ob sie es wieder abwehren können???*"

Kirchengast 2007, S. 94 f.

Die Rauriser Bevölkerung versucht sich allerdings mit allen Kräften gegen diese neuerlich aufflammende Diskussion zu wehren – die lokale Bevölkerung hat Angst vor irreversiblen Schäden – nicht so sehr an der Natur selbst als vielmehr an den überlebensnotwendigen Dienstleistungen einer intakten Umwelt wie z.B. die Versorgung mit sauberem Trinkwasser, aber der Widerstand schwindet zunehmend. Die technischen Natureingriffe betreffen zunächst die Erweiterung von Schutzbauten gegen die erwarteten immer häufiger werdenden und in ihrer Intensität zunehmenden Extremwetterereignisse. Diese Erwartung der Zunahme der Extremereignisse ist zwar in den tatsächlichen physikalischen Modellrechnungen eines der am schwächsten abgesicherten „Fakten" (vgl. etwa Böhm 2008), in der öffentlichen Meinung rangiert „das Verrückter-Werden" des Wetters und des Klimas trotzdem ganz oben. Sie wird von uns daher in der Folge als „real" im Sinn von „in der öffentlichen Meinung real existierend" eingestuft. In der mittleren Frist sind durch Erschließung der Gletscherpassage und/oder das Wiederaufleben des Goldbergbaus umfangreichere Natureingriffe notwendig. Durch den bereits erwähnten Rückgang der Bevölkerung und einen nicht unbedeutenden Beitrag der sinkenden landwirtschaftlich genutzten Flächen – zurückzuführen auf weitere Liberalisierungen im Agrarsektor und in weiterer Folge substantielle Kürzungen von EU-Förderungen für die regionale Landwirtschaft – kann die Waldfläche in diesem Zukunftsbild einen Zuwachs verbuchen.

Flattach als Seitengang des globalen Supermarktes?

Flattach kann in diesem Szenario einen Gewinn aus den tendenziell stärker werdenden klimawandelbedingten Veränderungen der regionalen klimatischen Bedingungen ziehen. Aufgrund des hoch gelegenen Skigebietes kann die Region ihren Gästen immer noch sehr zufrieden stellende Schneeverhältnisse offerieren, da gerade in höheren Lagen bei einer Temperaturzunahme die wärmer gewordene Luft mehr Feuchtigkeit transportieren kann und somit auch mehr Schneeniederschlag erwartet werden kann. Vor allem im bereits seit längerer Zeit erschlossenen Skigebiet des Mölltaler Gletschers kann nach wie vor Schneesicherheit von Oktober bis Mai garantiert werden und insgesamt kann somit eine Zunahme der beförderten Skifahrer pro Saison verzeichnet werden.

Pro Gletscher:

70jährige Flattacherin: „*Und was ist, wenn ein schneearmer Winter ist, die eh schon alleweil wieder da gewesen sind und allweil wieder kommen werden? Ganz Kärnten ist froh, sogar von der Salzburger Seite haben sie uns die Leute gebracht! Zu Weihnachten hat bald wer Leute, aber nachher kommen die Sportler und im Herbst haben wir alle Nationen oben. (…) Und ganz Kärnten soll froh sein, dass der Gletscher ausgebaut ist, ganz Kärnten soll froh sein! Wir Mölltaler sind sowieso froh und wir Flattacher sind ja doppelt froh!*"

Kirchengast 2007, S. 34

Da Extremwetterereignisse sowohl im Winter als auch im Sommer kaum zunehmen – in den Sommermonaten ist sogar eine Abnahme zu erwarten – und in der warmen Jahreszeit immer häufiger Schönwetterlagen in Verbindung mit geringeren sommerlichen Niederschlägen auftreten, prosperiert auch die Sommertourismusbranche in diesem regionalen Zukunftsbild. Die Region Flattach kann sowohl im Winter als auch im Sommer ein Nächtigungsplus verzeichnen, sodass der Schlüsselfaktor Nächtigungsanteil im Winter über den Projektionshorizont relativ stabil bleibt. Die Gemeinde ist sich der Gefahren bewusst, welche eine zu einseitige Konzentration der Investitionstätigkeit auf den Wintertourismus birgt, und treibt in Folge dessen auch andere Infrastruktur-Ausbaumaßnahmen, wie etwa die Errichtung von wetterunabhängigen Attraktionen im Wellnessbereich, voran.

Gefahr: Zu starke Konzentration der Investitionen auf das Gletschergebiet

45jähriger Flattacher: „*Es muss unten auch was geschehen, im Tal selbst, also sprich (…) nicht immer an den Tourismus denken, jetzt einmal weg von dem und für die Einheimischen auch was machen. Wobei das die Gäste genauso nutzen können. Man sollte da sicher weiterdenken, einmal ein Hallenbad zum Beispiel, weil wir haben oft ein Sauwetter, wo oben nichts geht (…).*“

Kirchengast 2007, S. 50

Das Nettodurchschnittseinkommen in der Region Flattach unterliegt in dieser Modellgeschichte einem leicht positiven Trend, was hauptsächlich auf die erfreulichen Entwicklungen im Tourismus und die frühzeitige starke internationale Orientierung zurückzuführen ist. Es gibt wieder mehr Vollzeitbeschäftigte und vor allem für Frauen, die ehemals keine Anstellung in der formellen Wirtschaft finden konnten, können zahlreiche neue Arbeitsplätze geschaffen werden – die Frauenerwerbsquote steigt leicht an. Trotzdem kann Flattach die Einwohnerzahl über den Szenarienzeitraum hinweg gerade einmal konstant halten – es können kaum Arbeitsplätze für Hochqualifizierte geschaffen werden, wodurch Personen mit höherem Bildungsgrad verstärkt abwandern. Dies führt unweigerlich zu einer Abnahme der durchschnittlichen Bildungsjahre der lokalen Bevölkerung. Die verbliebenen FlattacherInnen mit Anstellungsverhältnissen außerhalb der Tourismussparte müssen oftmals über weite Strecken pendeln – in diesem Zukunftsbild überwiegend mit dem privaten PKW, da dem Ausbau des öffentlichen Verkehrs bzw. der Anbindung peripherer Regionen an urbane Zentren in diesem Szenario wenig Beachtung geschenkt wird.

Verkehrsprobleme sind sowohl im Pendlerverkehr als auch im touristischen Verkehr, welcher mangels Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln, aber auch der Bereitschaft der Touristen, auf diese zurückzugreifen, vorprogrammiert.

Im Zukunftsbild Seitengang des globalen Supermarktes wird darüber hinaus intensiv in die wirtschaftliche und somit technische Erschließung der Region, hier vor allem in die Beschneiung der Pisten sowie die Errichtung von Schutzbauten investiert. Durch die starke touristische Nutzung der Flächen hat die Waldfläche abgenommen und es kommt auch zu einer Zunahme der bebauten Fläche der Region Flattach.

Gefahr: Wenig regionale Arbeitsplätze abseits vom Tourismus

Interviewerin: „*Waren da viele Männer in Ihrer Nachbarschaft oder in Ihrer Bekanntschaft, bei denen es so war, dass die auch gependelt sind, dass die lange weg waren?*"

75jähriger Flattacher: „*Früher eigentlich… Jetzt auch noch. (…) in der Schweiz draußen beim Bergbau sind die Stellen gewesen, weil man so viele Stollen hat. (…) da durch die Kelag, die mögen nicht mehr…*"

Interviewerin: „*Die hätten dann bei anderen Arbeiten viel weniger verdient. Die sind schon gewohnt, dass sie ein höheres Einkommen haben?*"

75jähriger Flattacher: „*Freilich, sind das schon gewöhnt.*"

Interviewerin: „*Und die sind dann wieder Bergarbeiter rundherum?*"

75jähriger Flattacher: „*Draußen in der Schweiz, Deutschland, überall sind sie herum. Der eine Sohn ist jetzt unten in Griechenland (…).*"

Kirchengast 2007, S. 53

Gefahr: Verkehrsüberlastung

45jähriger Flattacher: „*Wie gesagt, im Winter das Skifahren – generell Mölltaler Gletscher – dem muss man positiv gegenüber stehen, ich als Unternehmer sowieso auch. Ich profitiere genauso davon, mir taugt es, aber wie gesagt, (…) das muss man immer mit zwei Augen sehen, weil das bringt natürlich Nachteile auch: wir haben da ‚aufi' einen Mordsverkehr!*"

Kirchengast 2007, S. 49

Vergleich der Regionen

In keinem anderen der drei regionalen Zukunftsbilder entwickeln sich die beiden Regionen Rauris und Flattach so unterschiedlich voneinander wie im Falle des *Triumphs der Globalen Märkte*. Während Flattach, von den klimatologischen Veränderungen herbeigeführt, durch eine quasi nicht vorhandene europäische – geschweige denn globale – Umwelt- und Klimapolitik sogar profitieren kann, sieht sich Rauris mit immensen Schwierigkeiten konfrontiert. Für beide Gemeinden ist der Sektor Tourismus der am stärksten treibende Faktor für wirtschaftliche Prosperität und nur in Flattach gelingt es, aufgrund der wünschenswerten klimatologischen Bedingungen sowie der Investitionsbereitschaft in den Winter- und auch Sommertourismus, diesen weiter zu forcieren. Rauris hingegen kommt mit dem auf anthropogenes Zutun zurückzuführenden Klimawandel und den damit einhergehenden zunehmenden Extremwetterereignissen nur schwer klar – die mögliche Erschließung des Gletschergebiets als Skiressort wird zum Ende des Projektionszeitraums erst diskutiert, während dieses Vorhaben in Flattach bereits vor 2010 in die Tat umgesetzt wurde.

Tab. 3. Projektionen der Deskriptoren im Szenario Seitengang des globalen Supermarktes
Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg

Deskriptor	Rauris			Flattach		
	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK
Entwicklung der Einwohnerzahlen	0,50	↘	0,27	0,30	→	0,04
Frauenerwerbsquote	0,10	↘	0,19	0,40	↗	0,80
Beschäftigungsentwicklung im Tourismus	0,50	→	0,28	0,50	↗	0,81
Nettodurchschnittseinkommen	0,40	↘	0,72	0,30	↗	0,81
Anzahl der beförderten SkifahrerInnen pro Saison	0,20	↘	0,18	0,60	↗	0,52
Nächtigungsanteil im Winter	0,30	↘	0,27	0,30	→	0,20
Bildungsjahre der Wohnbevölkerung	0,40	↘	0,28	0,60	↘	0,20
Natürlicher Schneereichtum im Winter	0,70	↘	0,27	0,20	↗	0,78
Schönwetterlage im Sommer	0,10	↗	0,19	0,50	↗	0,85
Extreme Wetterereignisse im Sommer	0,10	↗	0,18	0,30	↘	0,86
Extreme Wetterereignisse im Winter	0,10	↗	0,21	0,80	→	0,78
Sommerliche Trockenheit	0,10	↘	0,24	0,30	↗	0,71
Waldfläche	0,70	↗	0,28	0,10	↘	0,79
Technische Natureingriffe	0,10	→	0,28	0,70	↗	0,78
Bebaute Fläche	0,10	→	0,27	0,80	↗	0,80

Demnach ist es keineswegs verwunderlich, dass die befragten RauriserInnen mehrheitlich postulieren, dass gerade eine Entwicklung wie im regionalen Zukunftsszenario Seitengang des globalen Supermarktes angedeutet um jeden Preis verhindert werden soll (vgl. Abb. 6). Allerdings hält auch ein Großteil der an der Befragung teilgenommenen RauriserInnen diese Modellgeschichte persönlich für die wahrscheinlichste, während niemand eine Entwicklung wie im Authentischen Nachhaltigkeitsstandort als wahrscheinlich erachtet (vgl. Abb. 7). Die Bürger und Bürgerinnen Flattachs würden zwar auch eine nachhaltige Zukunft

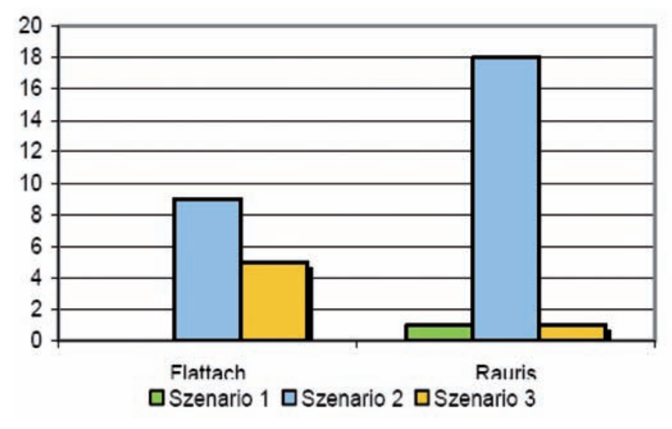


Abb. 6: Welches Szenario sollte Ihrer Meinung nach auf jeden Fall verhindert werden?
Quelle: Befragung nach Szenarienpräsentation,
Szenario 1: Zeitalter der Nachhaltigkeit (Authentischer Nachhaltigkeitsstandort),
Szenario 2: Triumph der Globalen Märkte (Seitengang des globalen Supermarktes),
Szenario 3: Kulturerbe Europa (Kulturhabitat).
Eigene Darstellung, JR-InTeReg

präferieren, stehen allerdings einem Szenario à la Seitengang des globalen Supermarktes nicht völlig abgeneigt gegenüber, was auch aus der geringen Beteiligung an der in Abb.6 ausgewerteten Frage geschlossen werden kann.

D 2.3. Kulturhabitat

Kulturhabitat

Das Vorantreiben der sozialen und wirtschaftlichen Kohäsion sowie die Aufrechterhaltung des Sozialstaates stellen innerhalb Europas das vorrangige wirtschaftspolitische Ziel dar. Nach den Schwierigkeiten des auf weltweite Deregulierung und Liberalisierung der Märkte setzenden, liberalen Wirtschaftssystems zu Beginn des 21. Jahrhunderts kam es zu diesem fundamentalen Wertewandel hin zu einer solidarischen, regionalen Autarkie anstrebenden europäischen Gesellschaft. Die Entwicklung des ländlichen Raums und die dafür notwendigen Infrastrukturausgaben stehen im Mittelpunkt der strategischen Überlegungen der Union. Insgesamt ist ein Strukturwandel zu beobachten, aus dem Europa als Dienstleistungs-, Tourismus- und Kulturstandort hervorgeht und massive Produktionsverlagerungen nach Asien in Kauf nimmt. Die europäische Wirtschaft hat damit auf die durch die Überalterung der europäischen Gesellschaft veränderte Nachfragestruktur reagiert. Auch Rauris und Flattach haben diese Tendenzen korrekt antizipiert und setzen gezielt auf Urlaubsangebote für ältere Personen. Somit sind auch die klimawandelbedingten Auswirkungen auf den natürlichen Schneereichtum der Regionen in diesem Zukunftsbild von untergeordneter Bedeutung, da ältere Gäste im Allgemeinen die wärmeren Sommermonate zum Urlauben präferieren und für diese Jahreszeit prognostizieren Klimamodelle sogar eine zukünftige Zunahme der Schönwetterlagen.

Europäisches Rahmenszenario: Kulturerbe Europa

Völlig andere Rahmenbedingungen für die zukünftige Entwicklung Europas als die Modellgeschichten A1 und B1 bietet die IPCC-SRES Szenarienfamilie A2. Während die Europäischen Zukunftsbilder *Zeitalter der Nachhaltigkeit* und *Triumph der Globalen Märkte* jeweils eine stark ausgeprägte Internationalität aufweisen, nimmt Europa in diesem Zukunftsszenario seinen Platz in einer äußerst heterogenen Welt ein, in welcher die Bewahrung der lokalen Identität sowie die Autarkie der Regionen von primärer Bedeutung sind. Diese regionale Ausrichtung, welche sich in sämtlichen Ausprägungen des Konnexes von Mensch, Politik und Wirtschaft widerspiegelt, basiert auf den globalen strukturellen Veränderungen nach der Wirtschaftskrise zu Beginn des 21. Jahrhunderts. Das bis 2010 von Bemühungen um wirtschaftliche Liberalisierung geprägte Welthandelsregime als beständiger Wachstumsmotor, wurde nach einem weiteren Finanzcrash im Jahr 2010 stark in Frage gestellt. Es kommt zu einer Abschottung der einzelnen Weltregionen. Die europäische Wirtschaftspo-

litik konzentriert sich im europäischen Rahmenszenario *Kulturerbe Europa* auf die Aufrechterhaltung bzw. die Ausweitung des Sozialstaates und die Entwicklung des ländlichen Raumes, was durch eine – im regionalen Kontext – tief sitzende Solidarität der europäischen Bevölkerung unterstützt wird. Ein Produkt der starken Abschottung der Europäischen Union und der damit verbundenen geringen Faktormobilität stellt die zunehmende Überalterung der Gesellschaft dar. Dass sich die europäische Wirtschaft auch in diesem Szenario positiv entwickeln kann – jedoch auf niedrigerem Niveau als in den beiden vorangegangenen, global orientierten Zukunftsprojektionen –, liegt hauptsächlich daran, dass die europäische Wirtschaft auf die veränderte Nachfragestruktur einer alternden Gesellschaft rechtzeitig reagiert. Eine Tertiärisierung der Wirtschaftsstruktur findet statt, wobei sich nun die neuen Kernkompetenzen Europas in den Bereichen Tourismus, Kultur und Gesundheit ansiedeln. Da sich auch die Innovationspolitik darauf beschränkt, die Bedürfnisse der alternden Bevölkerung zu erfüllen und im Generellen keine allzu große Risikobereitschaft nach dem durch die Wirtschaftskrise erlittenen Schock präsent ist, finden keine radikalen technologischen Durchbrüche statt. Darüber hinaus stellt Europa in dieser Modellgeschichte kein fruchtbares Umfeld für multinationale Konzerne dar, welche auch vermehrt nach Asien abzuwandern beginnen. Alleine schon deshalb gelingt es der Europäischen Union, den anthropogenen Treibhausgasausstoß zu reduzieren und die im Kyoto-Protokoll festgelegten Ziele zu erreichen. Allerdings ist auch das Umweltbewusstsein der sich wieder stark mit regionalen Traditionen und den natürlichen Lebensräumen identifizierenden EuropäerInnen im Zukunftsbild *Kulturerbe Europa* generell als überdurchschnittlich groß zu beurteilen. Zum Ende des Jahrhunderts hin führt die A2-Entwicklung allerdings zur stärksten globalen Erwärmung (vgl. Abb. 48 in Kapitel A), was vor allem auf den rasant fortschreitenden Zuwachs der Erdbevölkerung zurückzuführen ist, die gegen Ende des 21. Jahrhunderts 15 Milliarden erreicht (gegenüber 7 Milliarden sowohl in den A1- als auch in den B1-Welten.

Rauris als Kulturhabitat?

In diesem sehr auf regionale Autarkie ausgerichteten europäischen Rahmenszenario versucht sich Rauris mit der Besinnung auf Tradition und Geschichtsbewusstsein im Tourismus-Sektor über Wasser zu halten. Obwohl zwar auf EU Ebene die Minderungsziele für den anthropogenen Treibhausgasausstoß wie im Kyoto Protokoll vorgesehen erreicht werden können, steigen die weltweiten Emissionen dennoch über den kritischen Wert von etwa 550ppm CO_2, welcher laut IPPC (2007) als Schwellwert einiger klimawandelbedingter negativer Effekte gehandelt wird. Somit ist die Gemeinde Rauris auch im regionalen Zukunftsszenario Kulturhabitat mit steigenden Temperaturen sowohl im Sommer als auch im Winter konfrontiert. Während sich die Abnahme der sommerlichen Niederschlagsmengen in Verbindung mit häufiger präsenten Schönwetterlagen positiv auf den Sommertourismus auswirkt, so nehmen die Nächtigungszahlen in den immer wärmer werdenden und auch mit künstlicher Beschneiung kaum mehr schneesicheren Wintermonaten stark ab. Die Region konzentriert sich auf den Ausbau des Angebotes im Sommertourismus und wie bereits erwähnt wird ein Hauptaugenmerk auf regionales Kultur- und Geschichtsbewusstsein gelegt.

Pro Geschichtsbewusstsein Bergbau:

60jähriger Rauriser: „*(…) den Bereich Goldbergbau, diese historische Substanz, das geschlossene Ortsbild, das hat kaum eine andere Gemeinde zu bieten. Aber das ist zu wenig bewusst und das wird noch zu wenig hervorgestrichen in der ganzen Werbung und auch eben im Bewusstsein der Bevölkerung. (…) Rauris könnte noch viel mehr punkten mit seinen historischen Substanzen (…)!*"

Interviewerin: „*Ja, da kommen wir schon auf die Zukunftschancen für Rauris.*"

60jähriger Rauriser: „*Meiner Meinung wäre das Um und Auf, dass man sagt, was haben wir, was die anderen nicht haben. Dass man natürlich das wunderschöne Tal, soweit es geht, hervor streicht und eben auch auf verschiedenen Wegen durch dieses Tal führt. (…) Dieser historische Bergbauort, der Rauris ist, ist viel zu wenig bekannt (…)*"

Kirchengast 2007, S. 108 f.

Durch die Eröffnung zahlreicher neuer Themenwanderwege – wie etwa den Goldweg, den Mineralienweg oder den Sagenweg – in Kombination mit geführten Touren können zahlreiche neue Arbeitsplätze für die Jobsuchenden aus der Wintertourismus-Branche geschaffen werden. Rauris erkennt außerdem die Tendenz der älter werdenden Bevölkerung und setzt somit gezielt auf ein touristisches Angebot, welches besonders auf diese Altersschicht ausgerichtet ist.

Zur Altersstruktur der Gäste

30jähriger Rauriser: „*Im Winter, glaube ich, fährt ein Senior nicht so gern irgendwo hin, weil es einfach umständlich ist für ihn und im Sommer haben wir irrsinnig viele da. (…) der Senior braucht das ‚Ramidammi' sicher nicht mehr, der sucht sich einen ruhigen Ort (…)*"

Kirchengast 2007, S. 102 f.

Bewusst entscheidet man sich in der Region, Infrastruktur für ältere Gäste zu errichten und einen gewissen Einbruch in der ohnehin nicht als Stammgäste zu bezeichnenden Gruppe der jungen Gäste hinzunehmen.

Gefahr: Zu ‚fad' für Junge

30jähriger Rauriser: „*Stammgäste (…) das ist bei uns sicher der Großteil, der einfache Gast, der Kinder mit hat, dass die allweil wieder kommen, so lange die Kinder herfahren wollen. (…) Wo der Gast hinfährt, dass entscheidet sicher die Jugend. Weil die einfach sagen, wir wollen dahin und sonst fahren wir nicht mit, sonst fahren wir allein!*"

Kirchengast 2007, S. 102

Da diese neu geschaffenen Arbeitsplätze tendenziell deutlich schlechter bezahlt sind als die ehemaligen Beschäftigungsverhältnisse im Wintertourismus – was auch darauf zurückzuführen ist, dass höhere Abgaben zur Aufrechterhaltung des Sozialstaates abgeführt werden müssen –, sinkt in der Region Rauris in dieser Zukunftsprojektion das Nettodurch-

schnittseinkommen, aber es steigen die Selbstversorgung und auch der informelle Sektor. Da die meisten weiblichen Arbeitskräfte wieder einen Job in den neuen Tourismus-Betrieben finden konnten, kann die Frauenerwerbsquote den Status quo vom Beginn der Projektionsphase beibehalten. Da in einem stark abgeschotteten Europa der Zukunft die Migrationsströme erheblich eingeschränkt sind, kann Rauris die Anziehungskraft für neue Bewohner nicht ausbauen – die Einwohnerzahl bleibt nahezu über den gesamten Projektionshorizont konstant. Positive Tendenzen kann man allerdings dem Schlüsseldeskriptor *Bildungsjahre der Wohnbevölkerung* beimessen – das neue umfangreiche, zielgruppenspezifische touristische Angebot in den Sommermonaten setzt bessere Management-Fähigkeiten voraus als dies im auf altbewährten Strukturen basierenden Wintertourismus der Fall war. Durch eine entsprechende Förderpolitik der Union kann darüber hinaus die Bewirtschaftung der Almen wieder ausgebaut werden, was auch als einer der Hauptfaktoren für die Abnahme der Waldfläche in diesem regionalen Zukunftsszenario betrachtet werden kann. Die meisten touristischen Betriebe können erfolgreich von einem Winter- auf einen Sommerbetrieb umrüsten, was eine zusätzliche Bebauung der Gemeindefläche großteils überflüssig macht.

Flattach als Kulturhabitat?

Auch die Urlaubsregion Flattach setzt im Rahmen des Zukunftsszenarios Kulturhabitat verstärkt auf ein traditionsbewusstes Angebot mit dem Schwerpunkt auf der Bergbauvergangenheit der Ortschaft. In einem neu errichteten Museum werden sowohl Themenfelder wie der Gold- und Silberbergbau als auch die Zeit des Kupferbergbaus in Flattach während des Ersten Weltkriegs aufbereitet und anhand von Führungen in den alten Bergwerken den Gästen näher gebracht.

Pro Geschichtsbewusstsein Bergbau

Interviewerin: „*Was sagen Sie zur wirtschaftlichen Zukunft von Flattach?*“

80jähriger Flattacher: „*Zukunft?! Es läuft ja eigentlich ganz gut. Aber es wird die Gegend zu wenig verkauft. Ich hab das Gefühl, der eine oder andere schaut wohl auf sein Geschäft, auf sein Hotel usw., ist nichts vorzuwerfen, das muss er machen, (…) aber ich glaube, man muss uneigennützig die Natur den Leuten zeigen (…) die Leute wollen ja was sehen! Ich mache die Reiseleitung, wenn wir so Busse haben (…). Da zeig ich ihnen und rede, wie das war mit dem Bergbau, wie das erschlossen worden ist, wie die ersten Leute da geblieben sind (…), die Slowenen, die haben da gearbeitet im Bergbau.(…)*“

Kirchengast 2007, S. 58

Obwohl auch in Flattach der natürliche Schneereichtum aufgrund der klimawandelbedingten Erhöhung der regionalen Durchschnittstemperatur gesunken ist, kann sich der Wintertourismus dennoch positiv entwickeln. Eine Zunahme der beförderten Skifahrer kann vor allem im hochgelegen Gletschergebiet verzeichnet werden, da die Region dort vermehrt in die Errichtung von Beschneiungsanlagen investiert. Weitere technische Naturreingriffe finden noch im weiteren Ausbau der touristischen Infrastruktur sowie einer allgemeinen

Aufwertung des Ortbildes statt. Die zunehmend trockener werdenden Sommermonate steigern die Attraktivität der Region auch unter Wanderern und anderen Erholungssuchenden. Weiters kann Flattach nach dem Ausbau des Radwegnetzes auch einen signifikanten Zuwachs an Radsportlern unterschiedlichster Disziplinen und Leistungsgruppen verzeichnen. Im Allgemeinen erkennt Flattach die Gunst der Stunde richtig und macht nicht den Fehler, die Investitionen exklusiv auf den weiteren Ausbau des Gletschergebietes zu konzentrieren und die Etablierung einer gewissen Infrastruktur für den Tourismus in der warmen Jahreszeit zu vernachlässigen.

Pro Ortsbildverschönerung und Radnetz

Interviewerin: „*Da haben wir einen Zukunftsausblick, was meinen Sie, wäre toll, wenn es das geben täte oder wenn das aufgebaut wird in Flattach.*"

35jährige Flattacherin: „*Wie gesagt, das Radwegnetz. Dann die Tafeln von der Wegbeschreibung vielleicht ein bisserl größer, dass die Brillenträger nicht unbedingt 5 cm vor dem Taferl stehen müssen, um das lesen zu können. Ortsbildverschönerung (…) Wenn du (…) in einen Ort hinein fährst und du siehst die Ortstafeln und darunter Blumen und es schaut schon einfach schöner aus (…). Aber die Gemeinde sagt, sie hat kein Geld, weil einfach viel zu viel für den Gletscher aufgegangen ist und die Schulden zu hoch sind.*"

Kirchengast 2007, S. 14 f.

Die Beschäftigungsentwicklung im Tourismus kann daher im Allgemeinen als sehr positiv beurteilt werden und auch das Nettodurchschnittseinkommen der FlattacherInnen steigt im Zukunftsmodell Kulturhabitat an. Da sich Flattach, so wie viele andere Gemeinden auch in diesem regional stark abgeschotteten europäischen Rahmenszenario sehr intensiv auf traditionelle Werte beruft, kann die Frauenerwerbsquote nicht gesteigert werden – nach wie vor geht der weibliche Teil der Flattacher Bevölkerung eher informellen Tätigkeiten nach. Dieses stark ausgeprägte Traditionsbewusstsein spiegelt sich auch in der wichtigen Rolle, die die Familie in diesem Zukunftsbild spielt, wider. Die Geburtenrate ist weit höher als in den beiden anderen Zukunftsszenarien für Flattach und generell kann sich die Gemeinde als attraktiver Wohnort für Ältere bewähren – die Entwicklung der Einwohnerzahl weist somit über die Projektionsphase hinaus eine leicht positive Tendenz auf. Der gemeinschaftliche Zusammenhalt der Bevölkerung ist in Anbetracht der schwierigen europäischen Rahmenbedingungen nach der Wirtschaftskrise sehr stark ausgeprägt – die Bevölkerung ist bereit für die Aufrechterhaltung des Sozialstaates so manchen Einschnitt in Kauf zu nehmen.

Pro Gemeinschaft und Brauchtumspflege

Interviewerin: „*Was gefällt dir in Flattach besonders gut?*"

14jährige Flattacherin: „*Die Gemeinschaft!*" *[und erzählt von ihrer Mitgliedschaft in der Perchtengruppe, bei der fast alle in ihrer Nachbarschaft – sie selbst als Engerl – Mitglied sind.]*

Kirchengast 2007b, S. 5

Auch in der landwirtschaftlichen Produktion wird in der Modellgeschichte *Kulturhabitat* wieder vermehrt auf kleinere, dezentrale Strukturen gesetzt, um die regionale Autarkie zu stärken und die Europäische Union fördert wieder gezielt die Bewirtschaftung oftmals schon vor langer Zeit stillgelegter Almen. Da einhergehend mit der hohen Lebensqualität, die Region auch als Zweit- bzw. Alterswohnsitz immer beliebter wird und diese ihre Appartments am Rande der Gemeinde Flattach zu errichten beginnen, steigt auch der Anteil der bebauten Fläche an der gesamten Nutzfläche.

Vergleich der Regionen

Tab. 4. Projektionen der Deskriptoren im Szenario Kulturhabitat *Quelle: Eigene Darstellung, JR-InTeReg*

Deskriptor	Rauris			Flattach		
	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK	A Priori WK	Projektion	A Posteriori WK
Entwicklung der Einwohnerzahlen	0,30	→	0,10	0,10	↗	0,77
Frauenerwerbsquote	0,50	→	0,08	0,50	→	0,19
Beschäftigungsentwicklung im Tourismus	0,50	→	0,28	0,50	↗	0,81
Nettodurchschnittseinkommen	0,30	↘	0,26	0,30	↗	0,81
Anzahl der beförderten SkifahrerInnen pro Saison	0,20	↘	0,18	0,60	↗	0,52
Nächtigungsanteil im Winter	0,40	↘	0,10	0,40	↗	0,78
Bildungsjahre der Wohnbevölkerung	0,60	↗	0,72	0,60	↘	0,20
Natürlicher Schneereichtum im Winter	0,70	↘	0,29	0,50	↘	0,20
Schönwetterlage im Sommer	0,50	↗	0,66	0,50	↗	0,85
Extreme Wetterereignisse im Sommer	0,20	↘	0,74	0,30	↘	0,86
Extreme Wetterereignisse im Winter	0,80	→	0,71	0,80	→	0,78
Sommerliche Trockenheit	0,30	↗	0,68	0,30	↗	0,71
Waldfläche	0,10	↘	0,70	0,10	↘	0,79
Technische Natureingriffe	0,10	→	0,28	0,70	↗	0,78
Bebaute Fläche	0,20	→	0,10	0,80	↗	0,80

Sowohl Rauris als auch Flattach realisieren eingebettet in das Zukunftsbild Kulturerbe Europa, dass regionale, dezentrale Strukturen unerlässlich sind, um wirtschaftlich zu prosperieren. Flattach hat im Gegensatz zu Rauris das Glück, einen Gutteil des Skitourismus mittels intensiver Investitionstätigkeiten in Beschneiungsanlagen für das Gletschergebiet halten zu können. Rauris verzeichnet drastische Einbußen im Wintertourismus, kann aber im Sommertourismus wieder Fuß fassen und sich auch über die Landesgrenzen hinaus einen Namen als Themenwanderregion mit Schwerpunkt auf dem historischen Bergbau machen. Dennoch kann Flattach mit den schwierigen Rahmenbedingungen besser umgehen und kann aufgrund des immer noch schneesicheren Gletscherressorts und einer Radsport- sowie Kulturinitiative zahlreiche Gäste anziehen. Beide Regionen können allerdings durch das stark ausgeprägte Zusammengehörigkeitsgefühl der RauriserInnen bzw. FlattacherInnen die soziale Kohäsion

vorantreiben und ihren BewohnerInnen eine sehr gute Lebensqualität bieten. Im Rahmen der Bewertung der drei Szenarien durch die Rauriser bzw. Flattacher Bevölkerung, stellte sich heraus, dass vor allem die RauriserInnen dieses Szenario als relativ wahrscheinlich erachten (vgl. Abb. 7) und ihnen persönlich auch als wünschenswert erscheint (vgl. Abb. 5). Obwohl die Flattacher Befragten dieses Zukunftsbild auch nicht als sehr unwahrscheinlich erachten, haben 5 Personen gegen dieses Szenario ihr Veto eingelegt (vgl. Abb. 6).

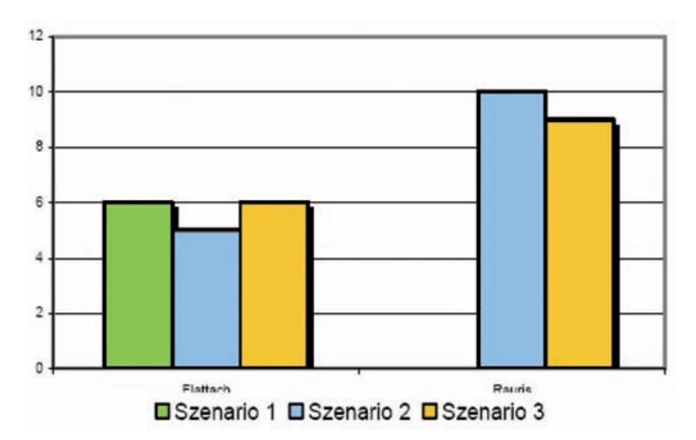


Abb. 7. Welches Szenario halten Sie persönlich für das wahrscheinlichste? Quelle: Befragung nach Szenarienpräsentation, Szenario 1: Zeitalter der Nachhaltigkeit (Authentischer Nachhaltigkeitsstandort), Szenario 2: Triumph der Globalen Märkte (Seitengang des globalen Supermarktes), Szenario 3: Kulturerbe Europa (Kulturhabitat) Eigene Darstellung, JR-InTeReg

D2.4 Resümee

Im Rahmen dieses Szenariobildungsprozesses wurde versucht, mögliche Entwicklungstendenzen durch den Konnex kausaler Zusammenhänge für die zukünftige Entwicklung der beiden ländlichen, stark vom Tourismus geprägten Gemeinden Rauris und Flattach aufzuzeigen. Es sei nun noch einmal in diesen abschließenden Bemerkungen darauf hingewiesen, dass die drei hier entwickelten regionalen Zukunftsbilder *Authentischer Nachhaltigkeitsstandort*, *Seitengang des globalen Supermarktes* sowie das *Kulturhabitat* lediglich drei mögliche, wenn auch die wahrscheinlichsten und in sich konsistenten Pfadabhängigkeiten widerspiegeln. Diese dürfen jedoch keinesfalls als die konkrete Ausprägung der Zukunft angesehen werden. Die tatsächliche Entwicklung der beiden Regionen hängt schlussendlich davon ab, wie auf die im Rahmen dieser Arbeit präsentierten Entwicklungstendenzen des jeweiligen Zukunftsmodells, vor allem aber auf die szenarioinhärenten Warnungen seitens der regionalen Entscheidungsträger reagiert bzw. mit externen, nicht beeinflussbaren Rahmenbedingungen – wie etwa die europäische Dynamik, welche ausgedrückt durch die Formulierung dreier europäischer Rahmenszenarien von fundamentaler Wichtigkeit für die Zukunft zweier kleiner, österreichischer Gemeinden ist – umgegangen wird.

Tab. 5. Hauptentwicklungstendenzen und Warnungen. *Quelle: Eigene Darstellung JR-InTeReg*

Authentischer Nachhaltigkeitsstandort	Kulturhabitat	Seitengang des globalen Supermarktes
Hauptentwicklungstendenzen		
Hohe Lebensqualität	Dienstleistungsorientierung	Liberalisierung der Märkte
Bessere Anbindung peripherer Regionen → Ausbau ÖV Natürlicher Schneereichtum und trockene Sommermonate Umweltschutzgedanke Dynamische Wachstumsraten	Tourismus-, Wellness- und Kulturregion Soziale und wirtschaftliche Kohäsion → Wohlfahrtsstaat Regionale Autarkie; starkes Gemeinschaftsgefühl	F&E Standort Europa → Boomender Hochtechnologiesektor Dynamische Wachstumsraten auf europäischer Ebene Zunehmende Relevanz des Sommertourismus
Entkoppelung Wirtschaftswachstum u.. Ressourcenverbrauch	Integration peripherer Gebiete	Erschließung der Geltschergebiete
Warnungen		
Schwierige Umstellung auf nachhaltigen Wirtschaftsstil	Produktionsabwanderung Geringe F&E-Anstrengungen	Abbau des Sozialstaates Steigende räumliche Disparitäten
Verteuerung fossiler Energie	Zunehmende Überalterung	Energieimportabhängigkeit
Finanzielle Belastung durch Emissionssteuern	Restriktive Migrationspolitik Umweltprobleme	Keine nachhaltige Wirtschaftspolitik
	Energieimportabhängigkeit	Umwelt- und Congestionprobleme

D3. Literatur

Böhm R, 2008. Harte und weiche Fakten zum Klimawandel. Der Sachverständige, Heft 4/2008: 170-177

Centrum für angewandte Politikforschung , 2003. Europas Zukunft. Fünf EU-Szenarien, München.

European Environment Agency, 2005. European Environmental Outlook 2005, Copenhagen.

European Environment Agency, 2006. Land use scenarios for Europe – modelling at the European scale, a PRELUDE report, Copenhagen.

European Spatial Planning Observation Network, 2006. Scenarios for European Spatial Development, Luxembourg.

E3M Lab, Institute of Communication and Computer Sciences, 2005. Long-term scenarios for strategic energy policy of the EU, University of Athens.

Gausemeier J (Hrsg.), 1995. Die Szenario-Technik – Werkzeug für den Umgang mit einer multiplen Zukunft, Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, 43-62.

Gausemeier J, Fink A, Schlake O, 1996. Szenario-Management, Planen und Führen mit Szenarien, 2. bearbeitete Auflage, München/Wien.

Geschka H, Reibnitz U von, 1983. Die Szenariotechnik – ein Instrument der Zukunftsanalyse und der strategischen Planung, in: Töpfer A., Afheldt, H. (Hrsg.), Praxis der strategischen Unternehmensplanung, Frankfurt, 125-170.

Godet M, Montir R, Meunier F, Robelat F, 2004. Scenarios and Strategies, a toolbox for problem solving, LIPSOR Working Paper, Paris.

Institute for Prospective Technological Studies, 2003a. Scenarios for the impacts of ICT on transport and mobility, Sevilla.

Institute for Prospective Technological Studies, 2003b. The challenge of sustainable manufacturing – four scenarios 2015 – 2020, Sevilla.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000. Emissions Scenarios. A Special Report of IPCC Working Group III. Summary for Policy Makers.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. IPCC Fourth Assessment Report 2007: Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press.

International Centre for Integrative Studies, 2003. European Scenarios: From Visions to MedAction, Maastricht University.

Kirchengast A, 2007. A Tale of Two Valleys, Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven. Band 2 (2007), Zitatesammlung. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum-Research Forschungsgesellschaft mbH.

Kirschner E, Prettenthaler F, Habsburg-Lothringen C, 2008. Die Szenarien – die Ergebnisse im Detail, in Prettenthaler F und Kirschner E (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil C: Die Zukunft denken, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, ISBN 978-3-7001-3912-6.

National Intelligence Council, 2004. Four Scenarios for Europe 2020.

Prettenthaler F, Schinko T, 2007. Europäische Rahmenszenarien, in Prettenthaler, F und Kirschner E, (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil B: Rahmenbedingungen & Methoden, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, ISBN 978-3-7001-3911-9.

Prettenthaler F, Höhenberger N, 2007. *Grundlagen und Methoden von „Regional-Foresight“,* in Prettenthaler, F. und Kirschner, E. (Hg.), Zukunftsszenarien für den Verdichtungsraum Graz-Maribor (LebMur), Teil B: Rahmenbedingungen & Methoden, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien 2008, ISBN 978-3-7001-3911-9.

Ringland G, 2004. New Technology Wave – Scenarios for Europe in 2020, Brussels.

Van der Heijden K, 1996. Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Chichester, Wiley, 1996.

Anhang
Zitate von RauriserInnen und FlattacherInnen

Anna Kirchengast
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Elisabethstraße 20, Graz

Eingestreut in die Kapitel dieses Buches finden Sie immer wieder Zitate von RauriserInnen und FlattacherInnen. Diese Zitate stimmen auf das jeweilige Thema ein oder veranschaulichen es, sie füllen es quasi „mit Leben“. Sie sind Ausschnitte aus Interviews, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden. 25 Frauen und Männer aus Rauris und Flattach wurden anhand eines Leitfadens zur sozialen, wirtschaftlichen und klimatologischen Entwicklung und zu ihren Einstellungen zu Genderrollen und Klimawandel befragt. Ausführlich werden die Interviews in Kirchengast (2007a, 2007b, 2008a) ausgewertet. RauriserInnen und FlattacherInnen erzählten in diesen qualitativen Interviews von eigenen geschichtlichen Ereignissen in ihrem Tal. Solche Erzählungen sammeln Wissen, das aus anderen historischen Quellen gar nicht verfügbar ist. Es ist „Geschichte von unten“, mündliche Geschichte (Oral History, vgl. Wierling 2003). In den Interviews schätzen die Befragten auch die gegenwärtige Lage ihrer Täler ein und äußern sich über ihre Zukunftsvorstellungen für die Täler (siehe Tabelle 1).

Zu beachten ist, dass die ausgewählten Zitate aus diesen erzählenden (qualitativen) Interviews eine andere Datenqualität aufweisen als z.B. die meisten anderen im Buch verwendeten quantitativen Daten. In den qualitativen Interviews regen die Fragen die Interviewten dazu an, ihre Meinung und Erinnerung zum jeweiligen Thema in ihren eigenen Formulierungen zu äußern. Ziel der in den Interviews verwendeten qualitativen Methoden ist es, das menschliche Verhalten aus der subjektiven Perspektive des Akteurs bzw. der Akteurin zu verstehen (idiografische Methode, Hermeneutik). In der Auswertung dieser Interviews war die Suche nach dem Typischen ein zentrales Qualitätskriterium. Qualitative Forschungen haben also stärker explorativen, hypothesengenerierenden Charakter (vgl. Lamnek, 2005).

Hingegen sind in quantitativen Befragungen die Antwortmöglichkeiten vorgegeben, die Interviewten kreuzen die für sie zutreffende Antwortmöglichkeit an. In quantitativen Studien der Sozialforschung steht in der Datenanalyse das Messen und Berechnen im Vordergrund. Im Rahmen des Projektes wurden auch zwei solche quantitativen Umfragen durchgeführt: eine Jugendumfrage (BG/ BRG Zell am See et al., 2007) und eine Telefonumfrage (vgl. Kirchengast, 2008b). Durch

alpine space - man & environment, vol. 11: Zwei Alpentäler im Klimawandel
© 2010 iup • innsbruck university press, ISBN 978-3-902719-44-7

den Vergleich qualitativer und quantitativer Daten werden quantitative Statistiken „mit Leben gefüllt“ (vgl. Kirchengast, 2007a: 2) und werden andererseits die qualitativen Daten auf ihre Validität geprüft (Triangulation, vgl. Flick, 2006: 330ff).

Tab. 1. Eckdaten der qualitativen Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt

Befragungsthemen:	Sozialisation im Ort, Erinnerung an besonders schöne und schwierige persönliche Kindheits- und Jugenderlebnisse Wendepunkte und markante Ereignisse (Wetterextreme, Krisen, Aufschwünge) Praktische Risikobewältigung Wahrnehmung und Einstellungen gegenüber Langfristtrends, insbesondere Einschätzung der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung des Tales von der Vergangenheit zur Gegenwart, Zukunftsszenarien für das Tal Klimawandel Umgang mit Unsicherheiten Genderrollen
Befragungszeitraum:	6.- 9.7.2006 (Rauris), 27.- 29.8.2006 (Flattach)
Befragte Personen:	25, davon 12 in Rauris und 13 in Flattach zwischen 14 und 90 Jahren (13 Frauen, 12 Männer)
Interviewdauer:	20 bis 90 Minuten
Befragungsart:	Offene qualitative Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt anhand eines Leitfadens
Analyseschwerpunkte:	Gendervergleich (Männer – Frauen) Tälervergleich (Rauris – Flattach) Altersvergleich (Jugendliche bis sehr alte BewohnerInnen) Zeitvergleich (Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft)

Literatur

BG/ BRG Zell am See/ BORG Spittal/ Kirchengast A, Vetters N, 2007. A Tale of Two Valleys – Jugendumfrage. Projektbericht. Download unter: http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/endbericht_jugendumfrage.pdf.

Flick U, 2006. Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. 4. Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Kirchengast A, 2008a. A Tale of Two Valleys. Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Erinnerungen und Einstellungen. In: Sonnblick-Verein (Hg.), 103.-104. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 2005 - 2006. Wien: Eigenverlag des Sonnblick-Vereines, S. 21-28.

Kirchengast A, 2008b. Einstellungen der FlattacherInnen und RauriserInnen zu extremen Wetterereignissen, zum Klimawandel, zu Genderrollen und zur wirtschaftlichen Zukunft der Täler. Ergebnisse einer Telefonumfrage. Projektbericht. Download unter: http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/ZV_28_29.pdf, 8.5.09.

Kirchengast A, 2007a und 2007b. A Tale of Two Valleys, Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven. Band 1 (2007a), Ergebnisse qualitativer Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt, Band 2 (2007b), Zitatesammlung. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum-Research ForschungsGmbH.

Lamnek S, 2005. Qualitative Sozialforschung. Band 2. Methoden und Techniken. 3., korr. Auflage. Weinheim: Psychologie VerlagsUnion.

Wierling D, 2003. Oral History. In: MAURER Michael (Hg.), Aufriß der Historischen Wissenschaften, Band 7: Neue Themen und Methoden der Geschichtswissenschaft. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 81-151.